

# Planering av förebyggande åtgärder i hårdgjord miljö för att undvika kostsamma översvämningar

*Planning preventive measures against costly stormwater floods  
in areas of impermeable surfaces*

Karin Israelsson Mace



Självständigt arbete • 15 hp

Landskapsingenjörsprogrammet  
Alnarp 2019



# Planering av förebyggande åtgärder i hårdgjord miljö för att undvika kostsamma översvämningar

*Planning preventive measures against costly stormwater floods in areas of impermeable surfaces*

Karin Israelsson Mace

**Handledare:** Eva-Lou Gustafsson, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Examinator:** Åsa Bensch, Sveriges lantbruksuniversitet, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** Grundnivå, G2E

**Kurstitel:** Självständigt arbete i landskapsarkitektur, G2E - Landskapsingenjörsprogrammet

**Kursansvarig inst.:** Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Kurskod:** EX0841 (Landskapsarkitektur)

**Program/utbildning:** Landskapsingenjör

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsår:** 2019

**Omslagsbild:** Karin Mace, fotot föreställer broschyrer från Milford

**Elektronisk publicering:** <https://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** green infrastructure, divert, storm water, impermeable surface, flood, skyfall, skyfallskartering, dagvattenhantering, hårdgjorda ytor, översvämning, växtbädd, vattenmagasin, fördröjning

**Sveriges lantbruksuniversitet**

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning





## Förord

Ett enkelt experiment med en regnvattentunna i min trädgård ledde mig till ett intresse för olika lösningar för lokalt omhändertagande av dagvatten. Skalas storleken på regnen, ytorna och konstruktionerna upp blir det intressant också ur ett samhällsekonomiskt perspektiv. Ett möte med representanter från Milford på en branschmessa gav en intressant diskussion om hur dagvatten i tätorter tas hand om idag, och detta ledde till mitt val av ämne.

Min bakgrund finns vid MSBs utbildningsanläggning i Revinge, där jag varit delaktig i planerandet av utbildningar för olika sorters katastrofinsatspersonal. Sveriges räddningstjänster är duktiga på att hantera översvämningar, liksom flera av våra grannländer, och det beror till stor del på att vi har erfarenheter av översvämningar och därför har övat på att åtgärda dem. Många gånger har jag tänkt att förebyggande arbete aldrig är dyrt eftersom olyckor blir så enormt kostsamma. Vi borde bli bättre på förebyggande arbete av samhällsekonomiska skäl, om inte annat.

Till min hjälp i detta arbete har jag haft Vilma Osberg på Milford som tipsade om Simon Riegers masterarbete från våren 2018, där han gjort översvämningsmodeller som jag kunde använda som underlag i detta arbete. Vilma har också stöttat mig med beräkningar och ritningar för de produkter vi föreslagit.

Eva-Lou Gustafsson vid Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning vid SLU i Alnarp har varit min handledare, som läst och granskat och kommit med goda råd efter hand som jag skrivit. Stort tack till både Vilma och Eva-Lou, och ett tack till Simon för att jag fick använda modellerna!

Alnarp januari 2019

Karin Israelsson Mace



## Sammanfattning

Regn och översvämningar vid regn är ett problem som adresseras i allt fler kommuner. Detta arbete handlar om några av de utmaningar vi står inför när åtgärder ska planeras för att undvika översvämningar i tätorter.

Syftet med arbetet är att undersöka hur ett redan bebyggt område kan säkras för att undvika kostsamma översvämningar vid långvariga eller intensiva regn.

Arbetet baseras på en litteraturstudie om befintlig forskning inom området stora regn, översvämningar och skyfallskartering, och kompletteras med intervjuer. En skyfallskartering ligger oftast till grund för att identifiera problemområden. Riskbedömningen bygger sedan på kartering och överväganden kring framtida regn i ett föränderligt klimat.

I arbetet finns en fallstudie från ett hårdgjort centralt område i en mellanstor svensk kommun, där översvämningsmodelleringar ligger till grund för förslag till åtgärder som avlastar dagvattenssystemet. Resultatet visar att det går att öka dagvattenssystemets kapacitet så att det kan klara av 20 millimeter större regn än tidigare, med de föreslagna åtgärderna.

## Abstract

Rain and floods are problems that an increasing number of municipalities are faced with. This paper addresses some of the challenges we face when planning measures to avoid flooding in urban areas.

The purpose is to investigate how an area of impermeable surface can be secured to avoid costly floods in the event of large or intense rainfall.

This paper is a comprehensive study on existing research in the area of heavy rain, flooding and mapping downpour, supplemented with interviews. Mapping downpour is usually the basis for identifying problem areas. The risk assessment is then based on the mapping and considerations regarding future rain in an everchanging climate.

This paper contains a case study of an area of impermeable surface in the center of a medium-sized Swedish municipality, where flood modeling is the basis for proposals for measures that relieve the stormwater system. The result shows that the capacity of the stormwater system can be increased so that it can withstand an additional 20 millimeters of rain, if the suggested measures are implemented.



# Innehållsförteckning

Inledning.....	1
Bakgrund .....	1
Syfte och mål .....	2
Frågeställning .....	2
Metod .....	2
Avgränsningar.....	3
Ordlista .....	3
Litteraturstudie .....	5
Om regn.....	5
Svårigheten i att mäta regn.....	5
Rekord .....	7
Hårdgjorda ytors inverkan på dagvattenhanteringen.....	7
Om planering.....	9
Skyfallskartering till hjälp .....	9
Översiktsplaner och översvämningsproblematiken .....	9
Kostnader .....	9
Gemensamma mål i hela Sverige .....	10
Budget i förhållande till riskdimensionering.....	11
Konstruktioner för förebyggande åtgärder.....	11
Fallstudie .....	13
Förutsättningar för Svedala centrum.....	13
Jordmån.....	14
Infiltrationskapacitet .....	14
Översvämningsmodell för centrala Svedala.....	15
Platsbesök.....	16
Förslag för Svedala .....	18
Deep Green .....	18
Aquatton.....	19
Beskrivning av platser och förslag till åtgärder .....	20

1 Äldreboendet vid Hantverkargatan.....	20
2 Almgatan .....	21
3 Storgatan .....	24
4 Trädgårdsgatan.....	25
5 Folkets Hus .....	26
6 Torpgatan .....	27
7 Hantverkargatan.....	28
8 Nygatan .....	29
9 Vinkelgatan.....	29
Utökad kapacitet i dagvattenssystemet .....	31
Diskussion.....	32
Metoddiskussion .....	32
Analys .....	33
Slutsatser .....	34
Källförteckning.....	35
Figur- och tabellförteckning .....	37
Bilagor.....	I

# Inledning

## Bakgrund

Andelen hårdgjorda ytor i städer ökar (Prokop, Jobstmann & Schönbauer, 2011) och risken för stora regn likaså (Carlsson et al., 2006). Det föreligger stor risk att de gamla dagvattensystem som finns i tätorterna inte räcker till (Jansson, 2013). I och med detta finns en allt större sannolikhet för att städerna kommer att drabbas av omfattande och kostsamma skador vid översvämningar till följd av regn.

Meteorologer vid SMHI (2018 a) förutspår inte så mycket större regnmängder i genomsnitt, men att nederbörden i framtiden kommer att drabba allt oftare med mer intensiva regn, framför allt på sommaren. Överhuvudtaget förutspås att vi kommer att få mer extremväder; längre perioder av både regn och torka, starkare stormar och höjda havsnivåer.

National Geographic (2018) sammanfattar forskning kring ett fenomen som studerats många år i USA, där stadsbebyggelse med sina stora hårdgjorda ytor och byggnader värms upp av solen och blir varmare än det omgivande landskapet, s.k. heat islands, urbana värmeöar. Effekten kan bli så stor att det påverkar hela vädersystem. Detta kan kännas av även i mindre tätorter, dock med mindre effekt. För att dämpa värmen behövs gröna inslag; träd, gräsytor och hela parker, och växterna behöver vatten. I rapporten P110 påvisar Svenskt Vatten (2016) hur flera av dagens problem med värmeöar, underdimensionerat dagvattensystem och sjunkande grundvattennivåer kan avhjälpas i större eller mindre utsträckning. Hur detta görs är beroende på platsens förutsättningar, men med en och samma principiella lösning: lokalt omhändertagande av dagvatten (LOD), som också kallas "hållbar dag- och dränvattenhantering". Stockholm stad (2015) förklarar i sin skrift om dagvattenhantering att LOD innebär att dagvattnet omhändertas i närheten av platsen där nederbörden faller för att bevattna planteringar, fylla på dammar eller infiltrera till grundvattnet. På så vis undviks att vattnet leds vidare i dagvattenledningar till närmsta recipient, å eller hav, då miljöföroreningar riskerar att följa med vattnet. LOD ger ett lokalt kretslopp, bidrar med rening och flödesutjämning men måste också anpassas med trög fördröjning, där vattnets framfart saktas ned, för att hantera stora nederbördsmängder vid skyfall.

Myndigheten för Samhällsskydd och Beredskap (MSB) (2017) har skrivit en "Vägledning för skyfallskartering" som stöd för kommunernas arbete med översiktsplaner. I det arbetet bör varje kommun göra en riskanalys för översvämning vid stor nederbörd (MSB, 2017). Aftonbladet med flera stora dagstidningar kunde via TT (2018) rapportera om det stora regnet i Malmö 30–31 augusti 2014, där 107 millimeter nederbörd föll inom två dygn. Regnet kom som en överraskning och det blev dyrt. De stora kostnaderna för vattenskadade hus, fördärvade tillgångar och en massiv insats av räddningstjänsten fick betalas av kommun, fastighetsägare, privatpersoner och försäkringsbolag. Det har varit svårt att uppskatta värdet på de direkta och indirekta skadorna i Malmö 2014, som nu beräknas till över 600 miljoner kronor (TT, 2018).

Även om just det regnet uppskattas till att ha en återkomsttid på 200–800 år, finns det inget som säger att det inte kan hända igen i närområdet när som helst. Radioprogrammet Klotet i Sveriges Radio (2014), rapporterade att Köpenhamn lärde sig en läxa efter sitt stora regn, där 150 mm regn föll på två timmar år 2011, alltså bara 3 år tidigare. Notan för det regnet landade på 7 miljarder kronor, ett rekord som genererat nya skyfallsplaner i hela Köpenhamn för att kunna ta hand om stora mängder dagvatten i framtiden.

Att förebygga översvämningar kräver betydande insatser, framför allt i redan bebyggt område. Förstahandsvalet är att skapa ytor som får lov att svämma över: parkeringsplatser, gräsmattor, parker osv. Andrahandsvalet är att skapa underjordiska magasin som kan fördröja vatten, och det är ofta det enda som står till buds i en redan hårdgjord och tätbebyggd miljö.

### Syfte och mål

I detta arbete redogörs för vilka regnintensiteter södra Sverige förväntas drabbas av och hur planer görs för att undvika skador från skyfall. Vidare undersöks vilka problem som uppstår inför vid planeringen av förebyggande insatser, och sedan föreslås en rad underjordiska konstruktioner med metoder för infiltration, fördröjning, användning och avledning av vatten med syfte att minimera risker och problem med översvämningar vid stora regn.

### Frågeställning

Frågeställningen för arbetet är: hur kan ett redan bebyggt område i en tätort säkras för att undvika översvämningar vid stora eller intensiva regn?

Arbetet är indelat i två delar där svar först söks för vilka regnintensiteter södra Sverige kan förväntas drabbas av, och hur regn uppträder. Andra delen handlar om hur kommuner planerar för att undvika skador från skyfall.

I fallstudien kommer arbetet att föreslå metoder och redogöra för hur stora regn som området hypotetiskt klarar att hantera efter att de föreslagna åtgärderna för att avlasta dagvattensystemet implementerats.

### Metod

Litteraturstudien har kompletterats med intervjuer och fallstudien har utförts i samarbete med Milford för att konkretisera frågeställningen.

Vid litteraturstudien har sökorden "green infrastructure", "divert", "infiltrate", "storm water", "impermeable surfaces" och "flood" använts, liksom "skyfallskartering", "hårdgjorda ytor", "dagvattenhantering" och "översvämning". Sökmotorer som använts är SLU-bibliotekets Primo, Web of Science och Google Scholar, men också vanliga Google.

I studien har intervjuer gjorts med projektledare och kommunala tjänstemän, som föreläsare och handledare från SLU tipsat om. Dessa personer speglar beslutsprocessen såväl som byggprocessen.

En fallstudie har gjorts med några kvarter i centrala Svedala som exempel. Företaget Milford har varit behjälpliga med beräkningar av dagvatten och konstruktioner och deras produkter som omnämns i arbetet kan tjäna som exempel på fördröjningsanläggningar.



## Avgränsningar

Detta arbete kommer att inrikta sig på de regn som riskerar att inte kunna hanteras med det befintliga dagvattensystemet så som det är dimensionerat idag. Vidare studeras kommuner som förutser behovet av och projekterar konstruktioner som kan bromsa vattnet för att undvika kostsamma översvämningar; och begränsa störningar i trafik, skador på bebyggelse, elavbrott och olägenheter för kommuninvånarna. De konstruktioner som föreslås kommer trots det inte att vara tillräckliga för att helt säkra området för riktiga skyfall. Fokus kommer att ligga på områden som redan är bebyggda och har stor andel hårdgjorda ytor. Som exempel belyser arbetet ett begränsat område i centrala Svedala, som det redan gjorts översvämningsmodeller för. De resultat som framkommer kan ändå antas gälla på generell nivå. Arbetets syfte har inte varit att ta fram kostnader för föreslagna konstruktioner.

## Ordlista

*Anordnat utlopp* är ett bräddutlopp från fördröjningsmagasin då mer vatten än magasinet är dimensionerat för kan spilla över.

*Avrinningskoefficient* är en beräkningsformel som visar hur mycket av dagvattnet som inte tas upp av marken utan rinner vidare och behöver "omhändertas". Den beror förutom på exploateringsgrad och hårdgörningsgrad även på områdets lutning samt regnintensiteten. Ju större lutning och ju högre intensitet, desto större avrinningskoefficient.

*Avrinningsområde* är det område från vilket vatten avleds med självfall eller genom pumpning till en och samma punkt.

*Avrinningsstråk* är ett anlagt stråk inom ett bebyggt område där vatten tillåts rinna på ytan i samband med regn eller snösmältning.

*Dagvatten* är vatten från nederbörd; regn samt smält snö eller hagel.

*Fördröjningsmagasin* är vattenmagasin för tillfällig fördröjning av avrinnande dagvatten.

*Icke permeabla /hårdgjorda ytor* är ytor där vattnet inte kan tränga igenom ner till grundvattnet; asfalt, sten- och betongplattor men också tak.

*Klimatfaktor* är en beräkningsformel för uppjustering av förväntade nederbördsmängder i ett föränderligt klimat, 20–50% uppräkningsfaktor är brukligt.

*Skyfallskartering* är en process där flera olika kartmaterial sammanförs för att identifiera lågpunkter, ytstrukturer och platser som potentiellt utsätts för översvämningar.

*Återkomsttid* är den sannolikhet för att en händelse ska återkomma eller överträffas en gång inom den givna tidsramen.



## Litteraturstudie

I denna litteraturstudie redogörs för hur regn mäts och hur stora regn som maximalt kan förväntas komma, samt hur avrinningskoefficienten gör att regnen drabbar hårdgjorda ytor. Här beskrivs hur kommunerna planerar för regn och beräknar kostnader för översvämningar och för förebyggande insatser.

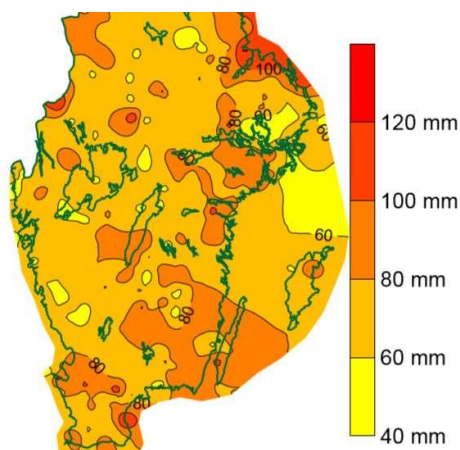
### Om regn

För att förstå hur regn uppträder och hur regn mäts, inleds studien med att förklara begreppen.

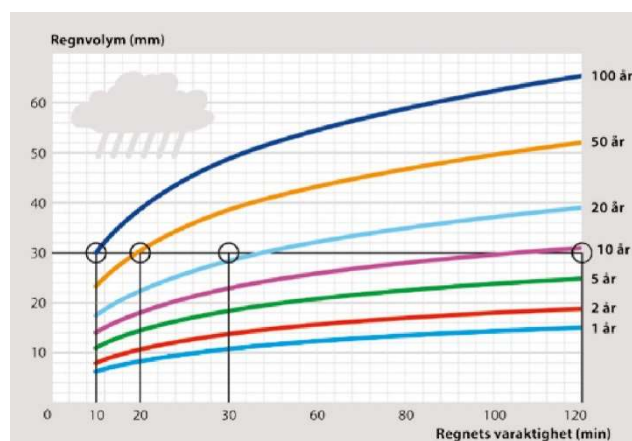
#### Svårigheten i att mäta regn

Ett ihållande småregn och ett kortvarigt skyfall upplevs väldigt olika, och får olika konsekvenser trots att antalet millimetrar som fallit kan vara samma. SMHI (2018 b) har valt en modell att mäta regn som redovisar antal millimeter per dygn, men vissa väderstationer mäter numera även nederbörd per 15-minutersperiod eller tidsenhet per 10 millimeter. Detta ger bra statistiskt underlag för framtiden, men eftersom så detaljerade väderdata saknas historiskt, får vi nöja oss med uttrycket millimeter per dygn när vi talar om 50-årsregn och 100-årsregn. Mängden uttrycks i millimeter regn och en millimeter regn motsvarar en liter eller ett kilo vatten per kvadratmeter mark.

Ett 100-årsregn är i verkligheten olika stort på olika platser i landet. Figur 1 visar en schematisk bild över 1-dygnsnederbörd för ett 100-årsregn i södra Sverige. För enkelhetens skull används dock genomsnittsregn för hela landet när lagar stiftas eller myndigheter anger riktlinjer för dagvattendimensionering.



Figur 1 1-dygnsnederbörd med 100 års återkomsttid för södra Sverige (Wern 2012)

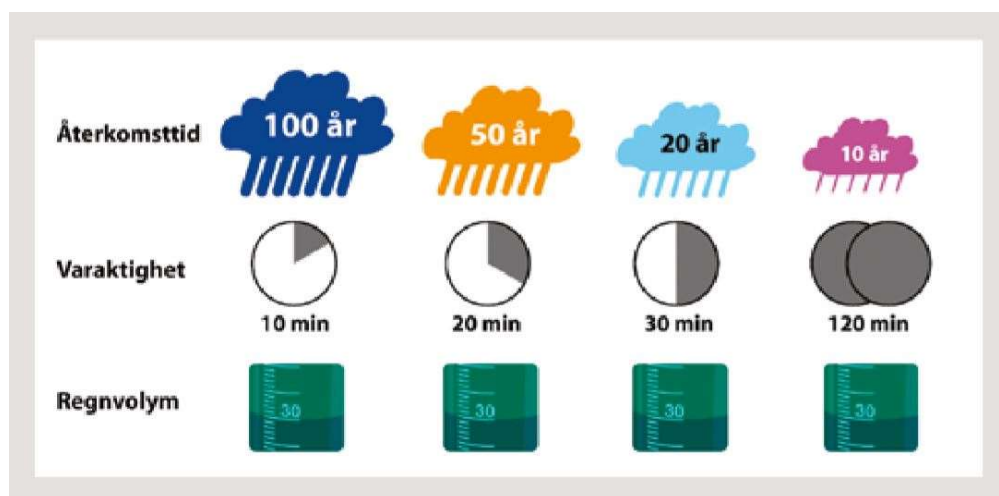


Figur 2 Olika platser i landet har olika sannolikhet för att en regnhändelse ska inträffa igen inom en viss tid. Figuren visar genomsnittsmängder och -tider för hela Sverige (MSB 2017).

Figur 2 visar hur stor nederbörd olika stora regn ger. Det som inte syns i figuren är hur regn normalt ändrar i intensitet över tid, och är svagare i början och i slutet, och kan ha en eller flera intensivare omgångar av nederbörd.

Fallstudien i detta arbete inriktas på stora regn, men med lägre intensitet och effekt än skyfall. Vid skyfall är intensiteten i regnet viktigare än den totala mängden regn. För att ett regn ska

betecknas som skyfall, menar SMHI (2015 a) att det ska komma 50 mm på en timme eller 1 mm per minut. Vid skyfall, mäts de mest intensiva 15 minuterna. I Skåne är intensiva regn på upp till 5 mm vanliga, ett skyfall på 16 mm har återkomsttiden 10 år, och en 100-årshändelse ger 20–25 mm på 15 minuter.



Figur 3 Figuren visar parametrarna regnvolym och varaktighet, vilka ger olika återkomsttid (MSB 2017).

I figur 3 kan 100-årsregnet och 50-årsregnet betecknas som skyfall då de gett mer än 1 mm per minut.

Dahlström (2010) utvecklade en formel och ett tabellverktyg, se tabell 1, där han lägger samman återkomsttid, varaktighet och nederbördsmängder så att det blir mera överskådligt. Fallstudien i detta arbete kommer att inrikta sig på nederbördsmängder om 20 mm. Beroende på intensiteten i regnen, ger det väldigt olika antal liter per sekund per hektar, från ca 10 l/s ha till 115 l/s ha.

Tabell 1 Nederbördstabell, hämtad från Dahlströms rapport 2010

Enhet l/s ha för olika blockregnsvaraktigheter 5 min – 1 440 min  
(1 dygn) och återkomsttider 0.5 år till 10 år.

Formeln:  $R_{ij} \approx 190\tau_i^{1/3} \ln(\Delta t_j) / \Delta t_j^{0,98} + 2$

Återkomst- tid, år	Enhet	Varaktighet, minuter												
		5	10	15	20	30	40	50	60	90	120	360	720	1440
0,5	l/s ha	116,8	85,2	67,8	56,9	43,9	36,3	31,2	27,6	20,9	17,2	8,4	5,6	4,0
0,5	mm	3,5	5,1	6,1	6,8	7,9	8,7	9,4	9,9	11,3	12,4	18,0	24,2	34,7
1	l/s ha	146,6	106,9	84,9	71,2	54,8	45,2	38,8	34,2	25,8	21,1	10,0	6,5	4,5
1	mm	4,4	6,4	7,6	8,5	9,9	10,8	11,6	12,3	13,9	15,2	21,6	28,2	39,2
2	l/s ha	184,2	134,1	106,5	89,2	68,5	56,4	48,4	42,6	32,0	26,1	12,1	7,7	5,2
2	mm	5,5	8,0	9,6	10,7	12,3	13,5	14,5	15,3	17,3	18,8	26,1	33,3	44,9
5	l/s ha	249,3	181,3	143,8	120,3	92,3	75,8	64,9	57,1	42,7	34,7	15,7	9,8	6,3
5	mm	7,5	10,9	12,9	14,4	16,6	18,2	19,5	20,6	23,1	25,0	33,9	42,1	54,8
10	l/s ha	313,5	228,0	180,6	151,0	115,7	95,0	81,3	71,4	53,3	43,1	19,2	11,8	7,5
10	mm	9,4	13,7	16,3	18,1	20,8	22,8	24,4	25,7	28,8	31,1	41,6	50,8	64,6

## Rekord

Vi vet att regn kan drabba varsomhelst i landet, även med intensiva skyfall. Frågan blir då: hur stora regn är det rimligt att studera? Ett 10 000-årsregn föll i Henanprovinsen i Kina 1974 enligt SMHI (2015 b) och står som ännu oöverträffat världsrekord. Det kan alltså inträffa.

Köpenhamnsregnet från juli 2011 är sannolikt den mest extrema korttidsnederbörd som observerats i vår klimatzon. Här uppmättes ca 150 mm under två timmar (MSB, 2017).

En sak som tydligt kan utläsas av rekordtabellen i tabell 2 är att de största regnen ofta drabbar under sommaren.

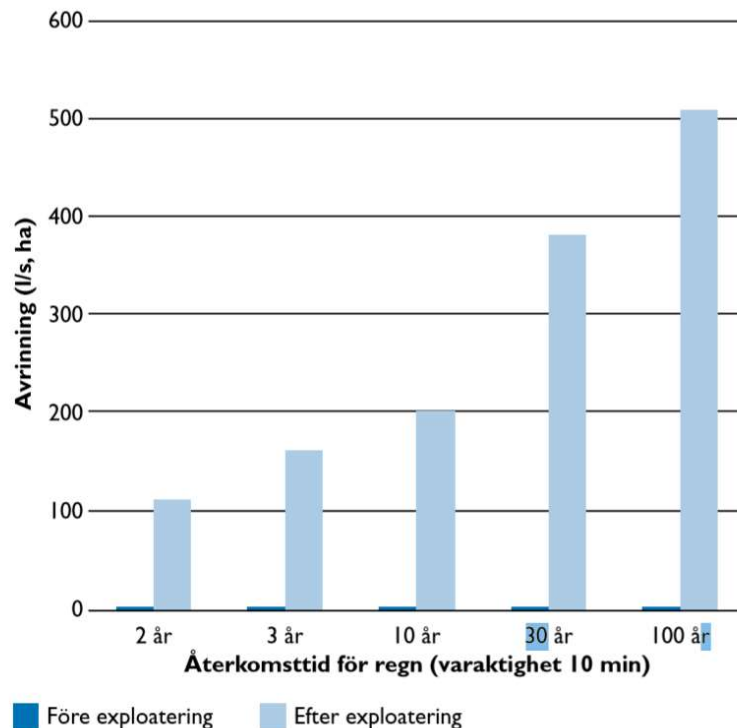
Tabell 2 Regnrekorden är spridda över hela landet. Tabellen sammanställd av uppgifter från SMHI 2015 a och SMHI 2015 b

Ort	År	30 minuter	1 timme	2 timmar	6 timmar	1 dygn
Fagerheden	Juli 1997					198 mm
Fulufjället	Augusti 1997					276 mm
Daglösen	2000		61 mm			
Rössjö	Augusti 2001					160 mm
Kerstinbo	2002				92 mm	
Råda	Augusti 2004					188,6 mm
Köpenhamn	Juli 2011			150 mm		
Hinshult	Juli 2012					163 mm
Malmö	Augusti 2014		35 mm		85 mm	
50-årsregn			35 mm			
200-årsregn					85 mm	
1000-årsregn						240 mm
10 000-årsregn		270 mm				
Henanprovinsen, Kina	1974	280 mm				

## Hårdgjorda ytors inverkan på dagvattenhanteringen

På naturmark kan marken ta emot ganska mycket vatten, framför allt om den är genomsläpplig; den har låg avrinningskoefficient. Finns det växter i ytan går det ännu lättare, då vattnet följer porer längs rötterna. Även lerjord suger upp åtskilligt med vatten, men det tar lite längre tid. Före exploatering är således regn inget större problem, men ju hårdare marken är, desto mindre vatten infiltreras. I figuren ovan innebär stapeln ”efter exploatering” att asfalt, betong eller hustak har tillkommit som översta skikt, och att dessa kan suga upp en minimal del vatten och har således en hög avrinningskoefficient. (Länsstyrelsen Skåne, 2012)

I figur 4 kan utläsas att ett 10-årsregn som under 10 minuter faller på naturmark ("före exploatering") ger 2 liter i sekunden per hektar i avrinning. Det innebär 1,2 kubikmeter vatten per hektar som marken inte kan ta hand om och som rinner vidare i diken och åar ut till havet. Om samma regn faller över hårdgjord yta ("efter exploatering"), blir effekten 200 liter per sekund per hektar, dvs 120 kubikmeter vatten som ska tas omhand av dagvattenledningar på de 10 minuter regnet varar. Ett 100-årsregn på hårdgjord yta ger över 300 kubikmeter vatten på 10 minuter som ska tas omhand.



Figur 4 Avrinning från hårdgjorda ytor (Länsstyrelsen Skåne 2012)

Avrinningskoefficienten har alltså stor betydelse i bebyggda områden där stor andel mark är hårdgjord. Vattnet kan inte infiltrera ner i marken, utan måste tas omhand av dagvattenssystemet och ledas bort.

Föreningen Stadsbyggnad (2018) gjorde nyligen ett särtryck om Skyfallens ABC i en serie med "Tema Stadsmiljö" där de bland annat skriver att avrinningsförloppen blir mycket olika vid regn respektive skyfall. De allra flesta regnen är relativt små där allt vatten sugas upp, nästan helt i grönytor och till största del på grusytor. De hårdgjorda ytorna däremot, ger i princip fullständig avrinning efter att ytan blivit fuktig. Ju större andel genomsläppliga ytor, desto större andel av regnen resulterar inte i någon avrinning. Vid skyfall blir situationen helt annorlunda. De oexploaterade ytorna blir också vattenmättade och bidrar då till avrinningen. Allt dagvatten som inte kan hanteras i de allmänna dagvattenssystemen kommer då att börja rinna på längs markytan. Vid nybyggnation brukar en bestämmelse om maximal andel hårdgjord yta användas. Denna planbestämmelse är mycket viktig för att begränsa utsläpp av dagvattenflöden vid de normala regnen. Vid skyfall kan denna regel bortses ifrån i och med att marken snart blir vattenmättad och alla ytor kommer att ge full avrinning (Stadsbyggnad, 2018).

## Om planering

När kommunens handläggare ska bedöma risker och kostnader för översvämningar, för att kunna planera kommunens budget för eventuella insatser, behövs riktlinjer, lagstöd och en långsiktig planering för kommunen, även för de redan hårdgjorda miljöerna. Detta visar sig vara ett komplicerat arbete.

## Skyfallskartering till hjälp

SMHI:s skyfallsdefinitioner, formulerat som 50 millimeter på en timme eller minst 1 millimeter på en minut, är inte anpassad för dagvattenavrinning inne i våra samhällen. I Stadsbyggnads (2018) skrift Skyfallens ABC klargörs att det är regnets intensitet och varaktighet men framför allt dess konsekvenser på marken, som avgör om regnet kan räknas som ett skyfall. Idag finns bra verktyg för skyfallskarteringar, där datorstödd 3D-teknik kan simulera hur ett samhälle kommer att drabbas när avloppssystemen är överfyllda och dagvattnet börjar rinna på marken åt det håll marken lutar. Därför kan det vara naturligt att istället använda denna gräns för begreppet skyfall i urbana sammanhang, grovt beskrivet som storleken på cirka ett 10-årsregn, som dagvattensystemen oftast är dimensionerade för. Vad som räknas som ett skyfall beror alltså på hur dagvattensystemen är utformade, hur mycket vatten det klarar av att "svälja undan" (Stadsbyggnad, 2018).

## Översiktsplaner och översvämningsproblematiken

När städer först började formas, var avrinning och dagvattensystem en icke-fråga, då gatorna var genomsläppliga och orterna ursprungligen små. Problemen har uppstått då större och större ytor hårdgjorts, och bebyggelsen har vuxit. När nya områden exploateras, rekommenderar Länsstyrelsen att i första hand undvika att ge bygglov på områden som riskerar att översvämmas, i andra hand leder dagvatten till platser som kan översvämmas utan att vattnet gör skada på byggnader och infrastruktur, varifrån det senare kan infiltreras och avdunsta (Länsstyrelsen 2018).

Vid en intervju med Lin Linde, VA-ingenjör på Svedala kommun, framkom att kommunen nyligen gjort en helt ny översiktsplan, som för första gången tar hänsyn till översvämningsmodeller. I översiktsplanen har lågpunkter identifierats på ej exploaterad mark, dit dagvatten kan ledas och översvämningar kan accepteras vid framtida exploatering. Dessa områden får inte tas ifråga för exploatering just på grund av översvämningsrisken. Översiktsplanen ligger till grund för detaljplanering. Bygglovsärenden är tjänstemannabeslut, som strikt följer detaljplanen. I redan bebyggt område är det svårare att göra någonting, uppger Lin Linde. Hon berättar vidare att dagvattensystemen är anpassade för att klara av regnnivåer som motsvarar 2-årsregn, vilket inte räcker långt för de stora regn som kommer att drabba allt oftare i framtiden. Dimensioneringsriktlinjerna för dagvatten har ändrats över tid, men stora delar av dagvattennätet i Svedala är från 70-talet. Nu är kraven högre på ledningar som skall klara större regn vid nybyggnation. I översiktsplanen presenteras även potentiella avrinningsstråk i befintlig bebyggelse för att undvika översvämningar, vilka får upprättas i samband med ombyggnader i befintlig infrastruktur.

## Kostnader

Silbersky et al. (2016) skriver i en förstudierapport om beräkning av avbrottskostnader att vid ett stort regn eller skyfall som ger översvämningar, kallas polis och räddningstjänst in för



att t.ex. spärra av gator och omleda trafik, men också skapa vallar och pumpa bort vatten från samhällsviktiga funktioner, t.ex. ställverk, sjukhus och andra viktiga byggnader. De insatser som görs ska i huvudsak skydda liv, miljö och hälsa, se figur 5. Dessa kostnader drabbar kommunens budget, och av den anledningen kan det vara intressant att föreställa sig en rad förebyggande åtgärder mot översvämningar (Silbersky et al. 2016).

	MARKNADSSATTA KOSTNADER	ICKE-MARKNADSSATTA KOSTNADER
DIREKTA KOSTNADER	Skador på fysiska tillgångar: Byggnader Inventarier Infrastruktur	Förlust av liv Hälsoeffekter Ekologiska förluster
AVBROTTS- KOSTNADER	Produktionsförluster Trafikstörningar Utryckningskostnader	Otrygghet Ökad sårbarhet

Figur 5 Översvämningskostnader är omfattande och svåra att överskåda (Silbersky et al. 2016)

Silbersky et al. (2016) skriver vidare att kostnaderna vid en översvämning dock inte begränsar sig till de akuta insatserna, utan också omfattar skador på byggnader och infrastruktur, övriga materiella skador, men även avbrottskostnader, sociala konsekvenser, effekter på miljösystemet och kostnader för privatpersoner. Det gör att de faktiska kostnaderna för ett avbrott på grund av en olycka är kraftigt underskattade, menar Silbersky et al. (2016). Det är således ytterst svårt att uppskatta kostnaderna för en eventuell översvämning och värdet av förebyggande insatser. På detta området behövs ytterligare studier och samarbete över kommungränserna berättar Lin Linde vid vårt samtal (14 november 2018).

### Gemensamma mål i hela Sverige

För att minska störningarna på samhällsviktiga funktioner och andra ekonomiska konsekvenser och risker håller MSB (2015) på att utveckla en nationell plattform med riktlinjer som ska fungera som stöd till den kommunala och regionala beredskapsplaneringen. Förhoppningen är att få en gemensam bild av hur oexploaterad mark kan nyttjas, men också hur befintlig bebyggelse åtgärdas och vilka åtgärder som bör göras vid förtätning av bebyggelse (MSB, 2015).

Enligt Lagen om allmänna vattentjänster (2006:412) (LAV) ska kommunens dagvattensystem numera kunna klara ett 10-årsregn. Kommunen har en VA-ansvarig som ser till att lagen följs. Lagstiftningen är otydlig vad gäller ansvar vid större regn, varpå många kommuner avvaktar med att agera, uppger Glen Nivert vid avdelningen Vatten och kretslopp i Göteborgs stad (8 januari 2019). Plan- och bygglagen styr endast oexploaterad mark, och kunskapen om hur skyfall påverkar inne i städerna har dessutom varit väldigt liten. Med datorstöd kan nu noggranna skyfallskarteringar göras och konsekvenserna av en



översvämning kan förutspås. Klimatförändringarna vi står inför gör att ämnet är än mer intressant, fortsätter Nivert (2019).

Skyfallsplanering finns i alla större städer, och i Göteborg tas nu planer fram för att hantera stora regn, berättar Nivert (2019). Platser som troligen blir översvämmade vid skyfall har identifierats, och känsliga platser har markerats. En strukturplan håller på att utarbetas, som bland annat beskriver hur vatten kan ledas bort från dessa prioriterade platser, längs lågt liggande vägar för att istället kunna infiltreras i marken på grönytor. Nivert (2019) berättar vidare att det pågår en diskussion om var gränsen går för vad kommunen har ansvar för, och hur stora kostnader som kan riskeras respektive investeras. Han hoppas att det i hela landet inom 5 år finns en annan branschstandard än den som nu råder, och att anpassningar för dagvattenhantering i alla markbyggen blir självklar. I Stockholm har gjorts ett antal inspirerande projekt med skelettjordar och växtbäddar med vattenmagasin (Nivert, 2019).

I kontakterna som gjorts med några mindre kommuner i Skåne framkommer att frågor kring översvämningar och åtgärder inom bebyggt område landar på flera platser inom de kommunala organisationerna; samhällsbyggnad, parkförvaltning, räddningstjänst osv. Det är svårt att få en samlad bild av vem som äger frågan. Länsstyrelsen i Skåne har gjort skyfallskarteringar för hela Skåne, som kommunerna använder i sin planering. I Hörbys VA-plan står att det finns planer för klimatanpassning och att en kartläggning av dagvattensystem och möjligheter till att dämna vatten ska undersökas och sedan genomföras (Hörby kommun, 2017). Det finns ett ökat behov att arbeta med frågorna då skyfall förväntas öka framöver. Detta behöver hanteras i förebyggande planering, uppger Malin Karlsson, planarkitekt i Hörby kommun (7 januari 2019).

### Budget i förhållande till riskdimensionering

I MSBs (2015) riktlinjer för översvämning av urbana områden står att beredskapsplaneringen i kommunen oftast börjar med en inventering och skyfallskartering, men att arbetet riskerar att avstanna på grund av oklara ansvarsförhållanden, och vems budget som ska bekosta både utredningar och åtgärder. Det saknas idag konkreta samband mellan översvämningsdjup och konsekvenser i form av kostnader. När konsekvenserna av ett 100-årsregn analyseras i skyfallskartor konstateras vilka platser som får vattendjup på över 10 centimeter efter att schablonavdrag gjorts för det dagvattensystem som finns på platsen.

Mycket låg riskdimensionering	Låg riskdimensionering	Hög riskdimensionering	Mycket hög riskdimensionering
Investeringarna blir inte väsentligt lägre, men kostnaderna för skadorna ökar betydligt	Samhället sparar i investeringar, men får betala mer när skadorna sker	En robust stad där varje skada blir en egen händelse	Investeringskostnaderna ökar utan att någon väsentlig reduktion av skadorna uppnås

Figur 6 Det gäller att hitta rätt nivå vid riskdimensionering (MSB, 2015)

Alla dessa översvämningar kommer antagligen att orsaka någon form av skada, men det är inte möjligt att bestämma storleken av skadorna på förhand, och veta vem som i slutändan

kommer att belastas för kostnaderna. Det gäller ändå att hitta rätt nivå, se figur 6, för de förebyggande investeringarna: för låg dimensionering ger stor risk med betydande konsekvenser, medan för hög dimensionering blir väldigt dyrt, utan att reducera skadekostnaderna i samma utsträckning. Svårigheten i planeringen kan vara att hitta rätt nivå för riskdimensioneringen (MSB, 2015).

### Konstruktioner för förebyggande åtgärder

Enligt Jesper Ernberg (2015) finns det många lösningar till att omhänderta dagvatten lokalt; stenkistor, gröna tak, dammar, svackdiken, växtbäddar och gräsmattor som kan översvämmas mm. De öppna lösningarna där vattnet är synligt, har fördelen att vattnet både infiltreras ner i marken och avdunstar upp i atmosfären. De är ofta billigare att konstruera än täckta konstruktioner. Öppna lösningar kan hantera stora mängder vatten men tar också stor plats, vilket inte alltid finns i en tät bebyggelse. Alternativet är täckta konstruktioner som kan ha en hårdgjord yta ovanpå, till exempel gata eller torg. Ernberg (2015) konstaterar vidare efter att ha gjort en jämförande studie mellan olika konstruktioner att man omöjligt kan gå efter den billigaste produkten på marknaden vid projektering, utan tvingas välja olika fördröjningslösningar utifrån olika platserns specifika förutsättningar.

Enligt MSBs (2015) riktlinjer för översvämning av urbana områden är det bästa om det byggs fördröjningslösningar som är stora nog eller många nog att hantera skyfall, men som också avlastar avloppssystemet i vardagen. Kombinerade lösningar behövs då, där vatten även avleds på ytan. Vidare konstaterar MSB (2015) att om ytorna är hårdgjorda eller marken inte kan infiltrera vatten, behövs särskilda skyfallslösningar som fördröjer och buffrar vattnet i t.ex. skelettjordar, vattenmagasin och tunnlar som snabbt leder bort vatten (MSB, 2015).

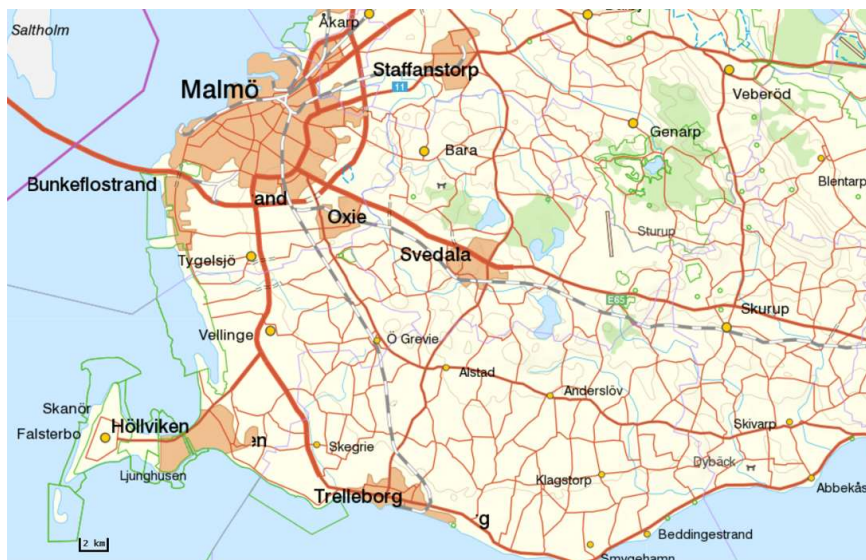
I MSBs (2017) Vägledning för skyfallskartering påpekas att när avlastande åtgärder ska utformas, behöver hänsyn tas till fler aspekter än de rent tekniska. Även framkomlighet och tillgänglighet måste tillgodoses, och dessutom estetiska värden och eventuell påverkan på kulturvärden. Multifunktionella lösningar behövs, som fångar fler värden och nyttor än översvämningsrisken, för att insatsen ska nå framgång. Exempel på värden som eftersträvas är rening av dagvattnet, ekosystemtjänster, minskad värmestress, attraktiv utemiljö och mötesplatser. MSB (2017) menar att lösningar som har flera funktioner, också är lättare att hitta finansiering för, både i den kommunala budgeten och via sponsorer.

## Fallstudie

I detta arbete har Svedala centrum valts ut som ett exempel på ett hårdgjort centrum i en mellanstor svensk kommun. Platsen har studerats med hjälp av kartor, översvämningsmodeller och platsbesök. Grannkommunen Vellinge har nyligen drabbats av regn och översvämnningar, men Svedala har ännu så länge klarat sig undan några allvarliga problem. Här har ännu inte gjorts några åtgärder för att utöka dagvattenssystemets kapacitet och idag kan dagvattenssystemet hantera så lite som regn om cirka 10 mm, enligt uppgift från kommunens VA-ingenjör (Linde, 2018). Avsikten är att fallstudien ska ge förslag på ett antal åtgärder som skulle förbättra situationen vid större regn. Det område studien hanterar är området som avgränsas av gatorna Almgatan, Trädgårdsgatan, Repslagaregatan, Torpgatan och Hantverkaregatan, dvs centrum. Platsen innehåller inga särdeles samhällsviktiga funktioner som exempelvis sjukhus, ställverk, järnväg eller skola. Det är därför inte realistiskt att försöka helt skyfallssäkra området, utan snarare hitta en nivå där stora regn kan hanteras, effekterna av intensiva regn kan bromsas och till viss utsträckning kan nivån höjas för vad som uppfattas som skyfall och dess olägenheter för invånarna. För dimensioneringskalkyleringen i detta arbete har ett regn om ytterligare 20 mm använts, dvs totalt 30 mm.

## Förutsättningar för Svedala centrum

Svedala ligger i sydvästra Skåne, knappt 2 mil från Malmö, där järnvägsspåret till Ystad korsade det numera nedlagda spåret mellan Trelleborg och Ystad (se figur 7). Samhället växte fram under slutet av 1800-talet, då kakelugnar gjorda av den lokala leran var den stora industrin i byn, och järnvägsnätet gjorde det lätt att skeppa iväg varor, skriver Karlsson (1982). Numera bor ca 12 000 invånare i Svedala kommun enligt SCB (2018).

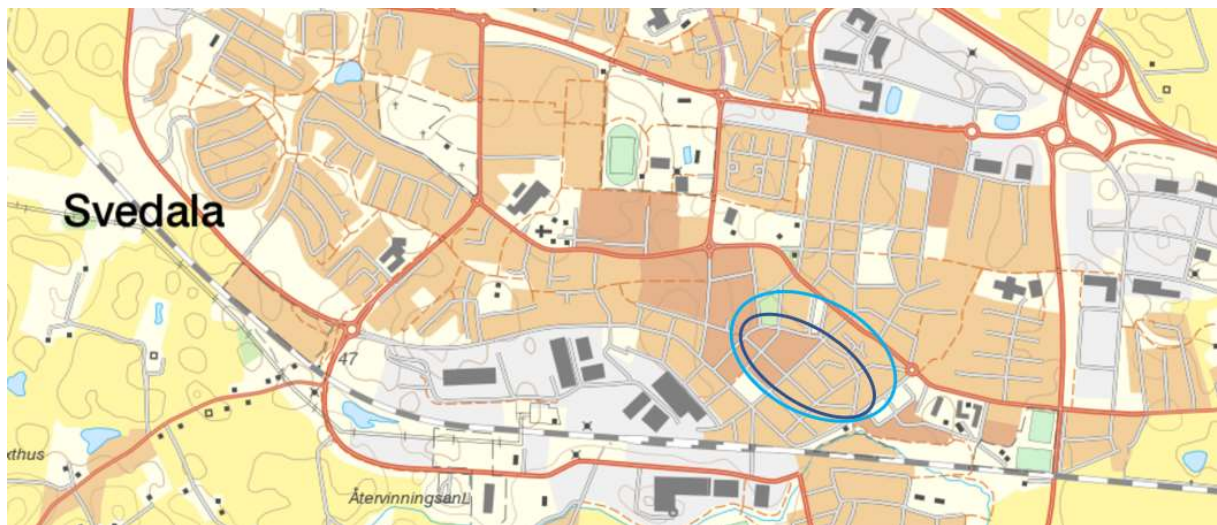


Figur 7 Karta över sydvästra Skåne Fastighetskarta © Lantmäteriet

Fallstudien utgår från platsen som den ser ut idag, och gör med hjälp av översvämningsmodeller ett försök att förstå hur platsen troligen kommer att se ut om knappt 100 år. I figur 8 framgår vilken yta i Svedala fallstudien fokuserar på.



I själva centrum är marken mestadels helt hårdgjord med betongsten eller asfalt på markytan. En stor avrinningsyta nordöst om själva centrum består av villatomter som sluttar in mot centrum.



Figur 8 Fallstudien fokuserar på gamla centrum, inringat med mörkblå linje. Ljusblå linje ringar in avvattningsområdet vars ytvatten rinner ytledes in mot centrum vid stora regn. Fastighetskarta © Lantmäteriet

### Jordmån

Enligt kartor från Sveriges Geologiska Undersökning (SGU) ligger hela Svedala på styv lera, vilket infiltrerar vatten mycket långsamt. Detta innebär att de konstruktioner som byggs för att omhänderta dagvatten främst har till uppgift att fördröja det på väg till sin slutliga recipient.

### Infiltrationskapacitet

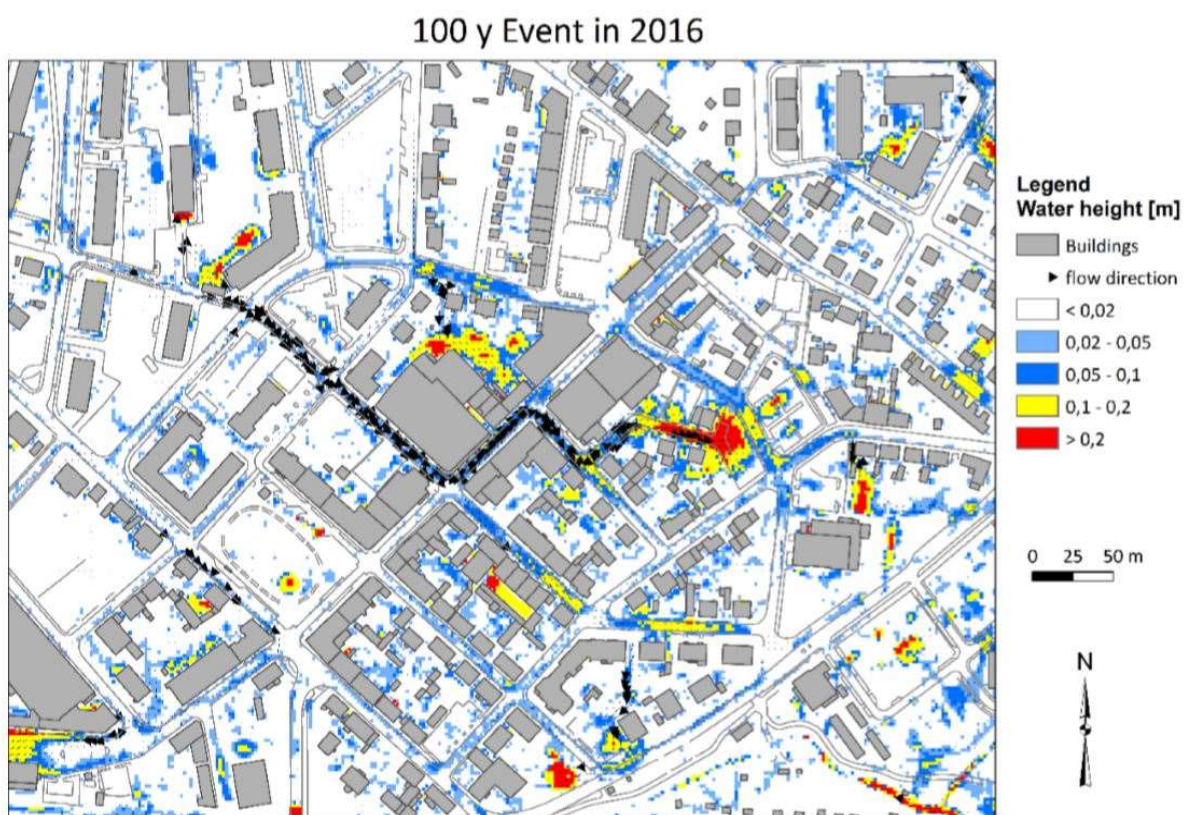
En titt på SGU:s kartor avseende markens genomsläpplighet (se figur 9) visar att nästan hela Svedala har låg genomsläpplighet, trots att vissa områden består av moränjord. De centrala delarna av Svedala har styv lera i terrassen.



Figur 9 Utsnitt från Kartvisaren, Genomsläpplighet © Sveriges Geologiska Undersökning

### Översvämningsmodell för centrala Svedala

Att skapa översvämningsmodeller ingår som en del i arbetet vid skyfallskartering, som är ett omfattande arbete som varje kommun arbetar med för sin långsiktiga planering. I MSBs rapport Vägledning för skyfallskartering 2017 tydliggörs hur kartor där identifierade lågpunkter och kartor med analyser av markavrinning inte alltid stämmer överens. De båda får anses komplettera varandra, och båda behövs för att identifiera punkter vart vatten bör avledas. Översvämningsmodellen som detta arbete utgår ifrån togs fram av Simon Rieger (2018) för ett mastersarbete om hårdgjorda ytor, och är en kartering av markavrinning, se fig. 10. Det är en komplex 2D-modell som tar hänsyn till indata om regn, marknivå, markens ytstruktur och infiltration och med schablonavdrag för regnet som ledningsnätets kapacitet klarar av. Den visar ett 100-årsregn, vilket är mycket mer än dagvattenssystemet är dimensionerat för.

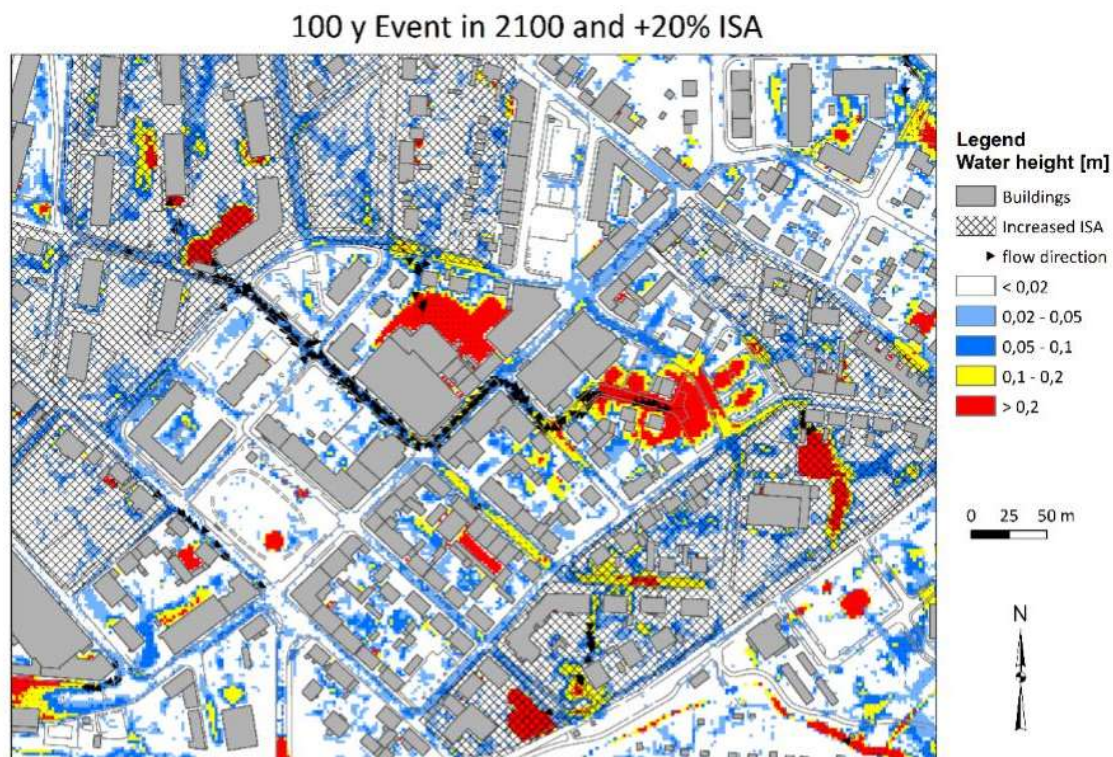


Figur 10 Modell för 100-årsregn (Rieger, 2018)

I Riegers (2018) översvämningsmodell (se figur 10) visar de svarta pilarna tydligt vilken väg vattnet strömmar genom Svedala centralort med svarta pilar och var problemområdena finns markerade i gult och rött. Vid projektering bör vattnet avledas innan det når problemområdena. Vid ett så här stort regn har dagvattenledningarna fyllts. Blå områden markerar flöden på upp till 10 cm, dvs där vatten börjar rinna ytligt längs marken. Gula områden är problemområden som blir översvämmade med minst 10 cm vatten och röda områden får mer än 20 cm vattendjup. Modellen tydliggör vilka platser som skulle tjäna mest på att få avlastning av dagvattenssystemet.



Man kan också tydligt se hur problemen förvärras inom 100 år (se figur 11), varför åtgärder bör vidtas för att reducera översvämningens riskerna så fort det finns tillfälle att göra sådana förändringar. I framtiden förväntas mer intensiva regn, och dessutom att allt större ytor, framför allt på privat mark, är hårdgjorda. Detta ger ännu större och snabbare flöden. Denna modell har genererats med antagandet att regnen ökar med en klimatfaktor om 1,25. Här beräknas 55 mm regn falla under de mest intensiva 30 minuterna och 80 mm på 2,5 timmar. Effekterna syns tydligt i att allt större områden översvämmas. Mönstret är dock detsamma i stort, det är samma platser som behöver avlastning.

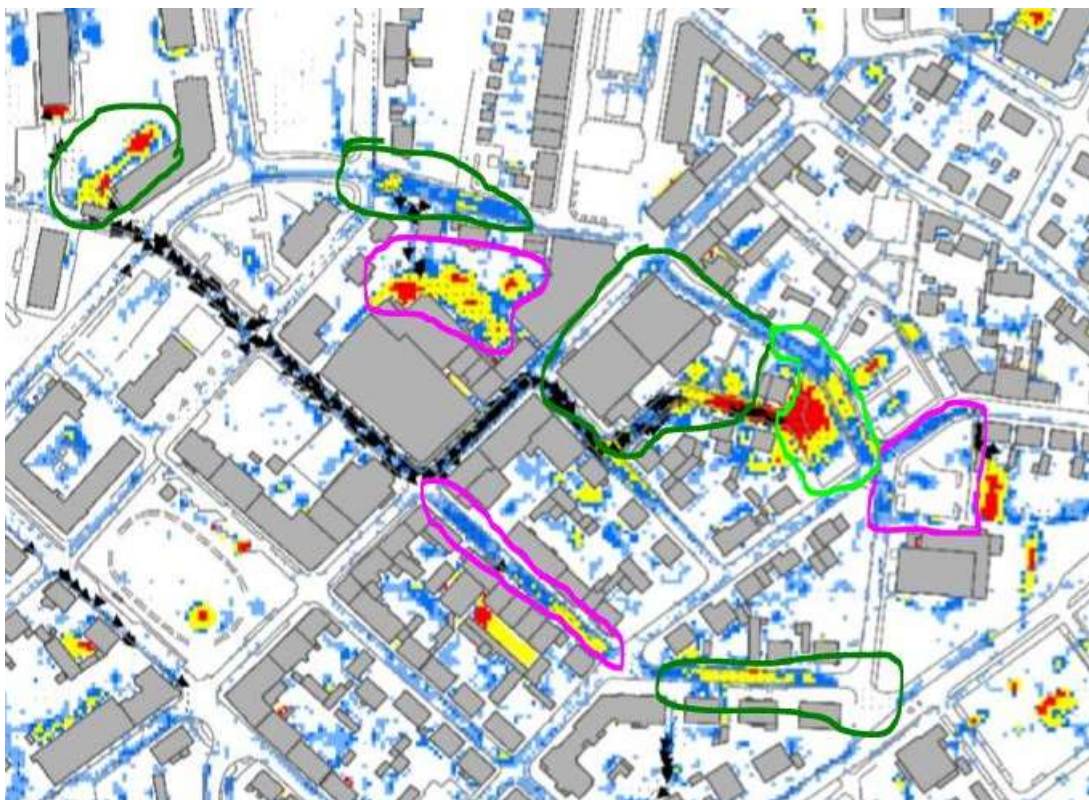


Figur 11 Modell för 100-årsregn uppräknat med klimatfaktor samt med 20% större hårdgjorda ytor (ISA står för Impermeable Surface Area) (Rieger, 2018)

## Platsbesök

Den 19 november 2018 besöktes Svedala för att studera de centrala delarna i Svedala, de inringade områdena i synnerhet (se figur 12 och 13). Syftet var att få en överblick över de platser som markerats som utsatta för översvämning i modellerna, och hitta ställen där konstruktioner kan få plats som kan fördröja dagvatten vid stora regn för att undvika översvämningar, förutom att de bidrar med en rad ekosystemtjänster.





Figur 12 Översvämningsmodell (Rieger, 2018) där kritiska områden inringats med gröna linjer där växtbäddar kan användas och cerise linjer där underjordiska vattenmagasin behövs.



Figur 13 Samma kartområde som översvämningsmodellen, med gatunamn utsatta. Fastighetskarta © Lantmäteriet

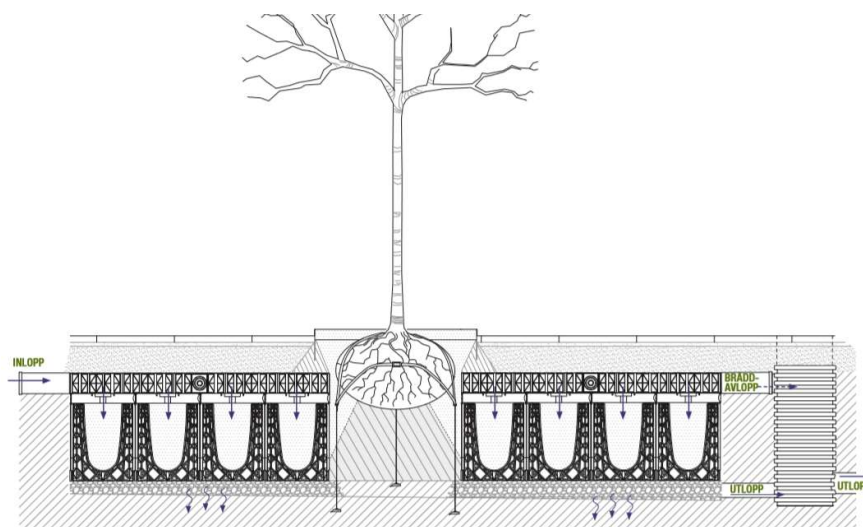
## Förslag för Svedala

Detta arbete har inte omfattat att kalkylera exakt hur mycket vatten som faller på markytan, respektive hur stor avrinningen är från varje del. En exakt redovisning av avrinningen kräver mer tid och stora mängder information som inte funnits tillgängliga i denna studie. I fallstudien redovisas endast uppskattningar om hur stora ytor avrinningen sker ifrån, utifrån kartor, modeller och fall. Eftersom terrassen har låg genomsläpplighet, går infiltrationen från vattenmagasin långsamt och en mycket stor del av regnvattnet rinner längs markytan vid stora regn.

Lösningar för att fördröja vatten består oftast av att flera olika typer som sätts samman. I fallstudien föreslås att två olika typer av system används för att förbättra situationen avseende dagvattenhantering i centralorten Svedala, förutom att markytan på några ställen modelleras så att den kan uppehålla och fördröja vatten. De föreslagna systemen är växtbäddar med tillhörande vattenmagasin som kan fördröja stora mängder vatten men som också nyttjar dagvattnet för bevattning av träd, underjordiska tunnelmagasin för fördröjning och viss infiltration av dagvatten, som anläggs under belastade, hårdgjorda ytor.

## Deep Green

Produkten *Deep Green* från företaget Milford är en växtbädd som byggs ihop med ett luft- och bevattningsmagasin, en *Aqua Airbox*, som skapar luftcirkulation till trädets rötter, och fungerar som vattenreservoar. Se sektionsskiss i figur 14. Ett växtcellsystem utgör den bärande strukturen, och säkrar ett tillgängligt icke-komprimerat rotområde för trädets rötter. Olika typer av växtsubstrat kan användas i växtbädden, som är anpassade till projektet och ger trädet bästa möjliga växtförutsättningar. Växtligheten tar upp en del av dagvattnet som leds till växtbädden, beroende på storleken på regnet som faller. Det vatten som växterna inte kan ta upp leds vidare i rimligt tempo via ett utlopp från vattenmagasinet. Inloppet är större än utloppet, vilket innebär att vattnet saktas ned. Inlopp sker under marknivå, från vägbrunn eller befintligt dagvattensystem. Monteras en *Kerbcell*-sluss mellan dagvattensystemet och inloppet, kan vattnet ledas förbi på vintern för att undgå att vägsalt hamnar i växtbädden. Ett integrerat anordnat utlopp säkrar enheten mot översvämning (Milford, 2018 b). Se även bilaga 1.



Figur 14 Sektionsskiss för Deep Green växtbädd och Aqua Airbox fördröjningsmagasin (Milford 2018 b) Se även bilaga 2



## Aquaton

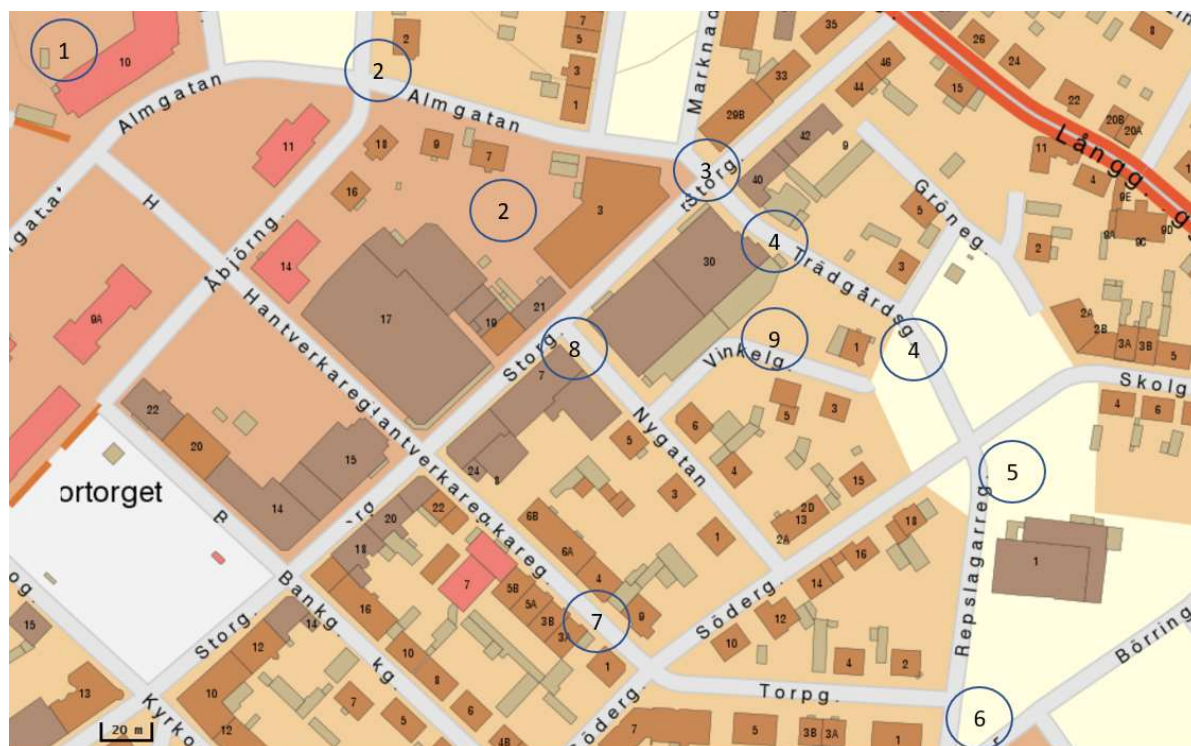
På de platser växtbäddar inte kan användas, och en hårdgjord yta behövs, föreslås produkten *Aquaton* från Milford istället (se figur 15), som är ett tunnelmagasin som är starkare och mer hållbar än de traditionella kubformiga magasinerna. *Aquaton* byggs av bågformade tunnlarna i plast, som placeras på en bädd av grovt krossmaterial. Fördelarna med *Aquaton* är dess långa livslängd, förmågan att bära vikt och att första sektionen, avlagringstunneln, är tillgänglig för inspektion och rensning av ytföroreningar och partiklar som sköljs ner i systemet och annars riskerar att täppa till systemet på sikt. Även här finns ett utlopp för vattnet, som bromsar flödet, men tömmer magasinet över tid. *Aquaton* byggs i sektioner och kan formas efter den yta som finns att tillgå (Milford, 2018 a). Se även bilaga 3.



*Figur 15 Frilagd Aquaton som visar hur dagvatten leds in i en brunn från vänster och fördelas vidare i de gula bågformade tunnelmagasinen via en avlagringstunnel (Milford 2018 a)*

## Beskrivning av platser och förslag till åtgärder

Alla fotografier är tagna av författaren vid besök i Svedala den 19 november 2018. Platserna som beskrivs är numrerade och motsvarar siffrorna på kartan nedan.



Figur 16 De besökta platserna inringade på Lantmäteriets Fastighetskarta

### 1 Äldreboendet vid Hantverkargatan

I den norra änden av området som undersöks, längs Hantverkargatan, finns ett äldreboende. Norr om äldreboendet finns en svacka som lätt blir översvämmad. En yta om cirka 5000 m<sup>2</sup> sluttar ner mot detta hus. Vattnet skulle vid en översvämning nå ända fram till fasaden. I dagsläget finns en gräsmatta med några träd och ett flertal dagvattenbrunnar runt huset.



Figur 17 Marken sluttar in mot fastigheten norrifrån



I Figur 17 kan skönjas att marken lutar in mot fastigheten och att ytvatten fångas längs husväggen. Det finns all anledning att försöka flytta så mycket vatten som möjligt bort från huset och entrén.



Figur 18 Det finns plats för Deep Green på norra sidan om huset

På norra sidan om huset finns möjlighet att placera en rad växtbäddar, se figur 18. Detta är enda platsen i centrala Svedala som har moränjord i terrassen, men genomsläppligheten räknas ändå som låg. På gräsmattan föreslås placering av minst två men gärna fler *Deep Green* växtbäddar för träd med *Aqua Airbox* vattenmagasin, som skulle kunna ligga under de hårdgjorda gång/cykelvägarna. Att ha så stora vattenmagasin som möjligt minskar risken för översvämning och bidrar till att avlasta dagvattensystemet längre ner i centrum. Växtbäddarna gör samtidigt att träd och växtlighet syns strax utanför fönsterna, något som är välgörande för de boende i huset. Systemet möjliggör att vattnet kan infiltrera ner i terrassen, men också tömmas sakta ut till dagvattensystemet.

## 2 Almgatan

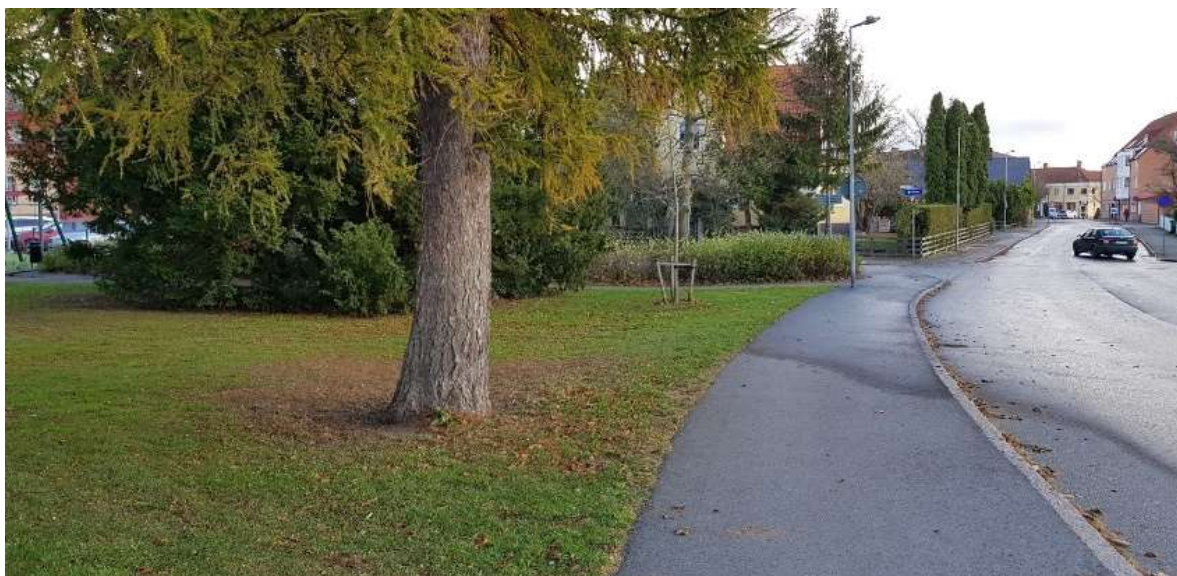


Figur 19 Almgatan vid korsning med Åbjörnsgratan där en växtbädd kan placeras. Till höger skimtar en gräsmatta som kan rymma 10 växtbäddar.

Skulle allt regnvatten rinna ytledes till Almgatans norra del, kommer vatten från ca 10 000 m<sup>2</sup> avrinningsområde behöva fångas upp och fördröjas för att inte fortsätta rinna in mot centrum. I verkligheten kommer en del av vattnet idag tas upp av marken på de villatomter regnet faller på. I beräkningarna har avrinningskoefficient 0,9 använts, vilket motsvarar hårdgjord yta. Det är rimligt att vid beräkningen välja en hög avrinningskoefficient då vi vet att terrassen av styv lera inte kan ta upp stora mängder regn snabbt, och att villatomter över tid tenderar att bli allt mer hårdgjorda. Detta ger enligt Milfords beräkningar ett behov om att kunna uppsamla och fördröja 200 m<sup>3</sup> vatten vid ett 20 mm regn.

I denna del av Almgatan skulle 28 st växtbäddar om 5x5 meter behövas, alla utrustade med *Aqua Airbox* som är ett fördröjande vattenmagasin som ligger ovan växtbädden som också tar 5x5 meter i anspråk.

Här föreslås att 10 av växtbäddarna placeras på den södra sidan om Almgatan i gräsmattan, en i den breda delen av trottoaren i korsningen vid Åbjörnsgatan, se figur 19, och 17 stycken i gräsmattan på den norra sidan av Almgatan, se figur 20. Längre ner i gatan får växtbäddar inte plats utan att inkräkta antingen på trottoar eller villatomt.



Figur 20 Längs Almgatan leds dagvattnet från brunnar i gatan till Deep Green växtbäddar för att avlasta dagvattenssystemet





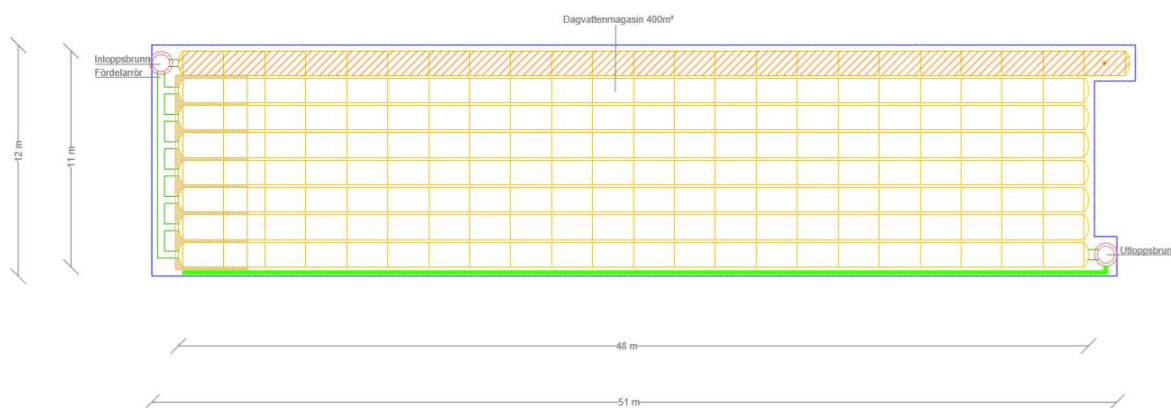
Figur 21 Infarten sluttar ner till bakgården med parkering

På Almgatans södra sida, lite längre åt sydost, finns en infart, se figur 21, till ett problemområde som enligt översvämningsmodellen blir hårt drabbad. Kvarteret är totalt 7600 kvm stort. Räknas hustak som sluttar bort från innergården bort blir det ca 6000kvm hårdgjord yta där vatten samlas på en bakgård med parkering enligt bild i figur 22. Platsen har dessutom ett avrinningsområde om ca 20 000 kvm tomtmark som till viss del tar sig in på bakgården. En större visning på trottoarkanten längs gatan hade förhindrat vatten från det stora avrinningsområdet att leta sig in på fastigheten, men hade förvärrat situationen i centrum istället.



Figur 22 Från bakgården finns ingen väg för vattnet att rinna vidare ytledes

Fördröjning i vattenmagasin behövs således och det finns plats att lägga en *Aquaton* under mark. Ett behov om att fördröja 400m<sup>3</sup> vatten föreligger, vilket skulle uppta en yta om 12x51 meter. I figur 23 finns en planritning för denna konstruktion, se även bilaga 4.



Figur 23 Vattenmagasinet som behövs för att fördröja vattnet på platsen, anläggs under parkeringen. Ritning från Milford.

### 3 Storgatan



Figur 24 Storgatan sett från lägsta punkten åt nordost

Storgatan är sedan gammalt ett centrumstråk med butiker längs gatan. Den nordöstra delen syns på bild i figur 24. Marken är helt hårdgjord med marksten och på den del av gatan som syns på bilden finns totalt fyra små dagvattenbrunnar. Storgatans lägsta punkt är på mitten av gatan vid en obebyggd tomt, se figur 25. Vatten från Hantverkargatan rinner också söderifrån mot denna tomt, som föreslås omgärdas av trädgropar av typen *Deep Green*, för att skydda ny bebyggelse som ska uppföras på tomten, och begränsa avrinningen mot Vinkelgatan som annars blir hårt drabbad av översvämningar. Vatten kan ledas till tomten som för närvarande är obebyggd, men som snart ska bebyggas, samt till Trädgårdsgatan som kan avleda överskottsvatten i riktning mot parkeringen vid Folkets Hus. 12 växtbäddar får plats längs vardera långsidan, och 6 stycken längs kortsidorna, vilket blir totalt 36 växtbäddar som tillsammans kan ta emot över 250 m<sup>3</sup> vatten.



Figur 25 Obebyggd fastighet i centrum



#### 4 Trädgårdsgatan

Från Storgatan går Trädgårdsgatan i sydöstlig riktning, se figur 26. Här saknas visning på trottoarkanterna. I dagsläget är Trädgårdsgatan svagt bomberad (dvs förhöjd längs mitten av gatan) och avleder sitt ytvatten till fastigheterna på båda sidor om gatan. Denna gata skulle med en låglinje längs mitten fungera som avrinningsstråk bort mot gräsmattan i slutet av Vinkelgatan.



Figur 26 Trädgårdsgatan sett från Storgatan

Gräsmattan i slutet på Trädgårdsgatan som syns på figur 27 föreslås sänkas för att kunna användas som öppet vattenmagasin. En brunn som fungerar som anordnat utlopp skulle kunna kopplas så att när dammen är full rinner överskottsvatten mot *Aquaton* under Folkets Hus parkering istället för att rinna vidare in till de närliggande privata fastigheterna.



Figur 27 Trädgårdsgatan på vänster sida, Vinkelgatan på höger sida. Bilden är tagen i riktning mot Folkets Hus

Platsen är idag en grön yta som skulle kunna få en annan gestaltning, och ett uttryck som ger en mer attraktiv "fickpark", samtidigt som den fungerar som tillfällig dagvattendamm.

Ett stort område ända uppe från Hantverkargatan avvattnas och rinner längs gatorna genom centrum till Vinkelgatan mot denna plats, varför det är viktigt att fördröja vattnet redan inne i centrum.

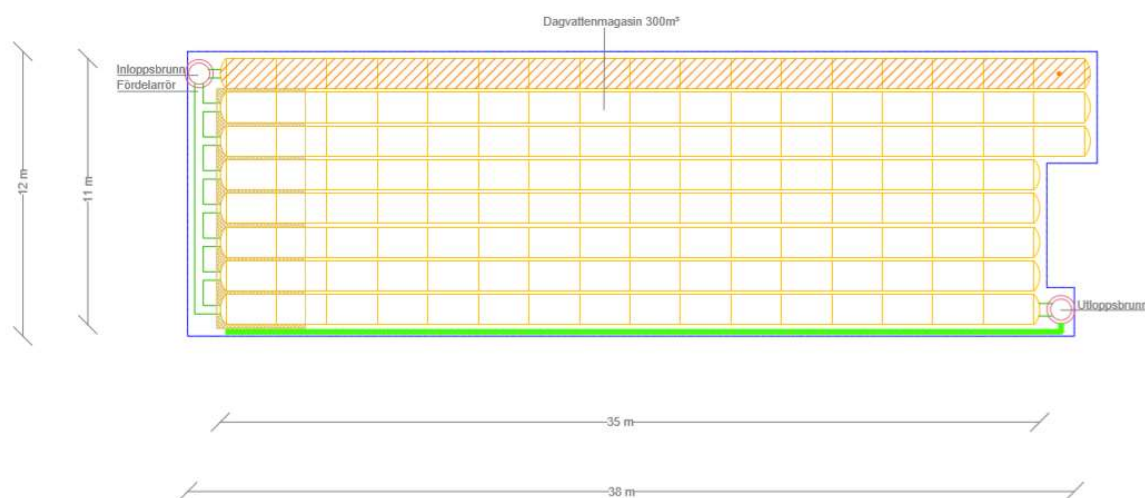
#### 5 Folkets Hus

Från Folkets Hus Parkering och från området nordöst om Folkets hus, riskerar vattnet att stiga och rinna in i en privat fastighet som ligger lågt, se figur 28. Själva husen längs Skolgatan dit denna fastighet tillhör ligger något högre och har troligen källare.



Figur 28 Intill Folkets Hus parkering finns risk för översvämning i privat trädgård

Avrinningsytan runt Folkets Hus parkeringsplats är totalt ca 15 000 kvm, mest villatomter. För att reducera risken för översvämning i husen längs Skolgatan kan en *Aquaton* installeras under parkeringen vid Folkets Hus, med måtten 12 x 38 meter, som kan fördröja 300m<sup>3</sup> dagvatten. Planritning för denna konstruktion, se figur 29. Se även bilaga 5.



Figur 29 Anläggningen under parkeringen vid Folkets Hus kan fördröja 300 m<sup>3</sup> vatten. Ritning från Milford.



## 6 Torpgatan

Längs Torpgatan ligger husraden i vägen för avrinningen söderut, och gatan riskerar att bli översvämmad, med risk att vatten tränger in i källare, se figur 30.

Ett område om ca 5000 m<sup>2</sup> avvattnas hit, varav merparten är villaträdgårdar, som i framtiden troligen kommer att ha en allt större andel hårdgjord yta. Det finns också risk att vatten från Hantverkargatan rinner över till Torpgatan.

För att hantera ett 20 mm regn, krävs en fördröjning på 100 m<sup>3</sup> på platsen. I den nedre änden av Torpgatan finns en grönyta, se figur 31, dit vatten kan ledas till fyra växtbäddar med Aqua Airbox.

Strax öster om denna yta finns ytterligare grönområde där vi föreslår installation av ytterligare 10 stycken likadana enheter.



Figur 30 Torpgatan ligger lågt och kan lätt drabbas av översvämningar



Figur 31 Där Torpgatan möter Repslagargatan, finns utrymme för växtbäddar och vattenmagasin

### Hantverkargatan

Hantverkargatan är totalt ca 300 meter lång, bilden i figur 32 är tagen i södra änden åt nordväst. Här är det trångt.

Från den nordvästra delen av gatan strömmar vattnet mot den södra änden, där det uppstår översvämning och risken att vattnet rinner vidare in på Torpgatan som ligger lägre, är överhängande.

Så stora takytor som möjligt längs gatan bör få bli "gröna tak" med växtmaterial som tar upp en del av nederbörden. Vid intensiva regn, kommer det inte att vara tillräckligt, och en annan fördröjningslösning behövs. Till exempel kan *Aquaton* vattenmagasin läggas under gatan söder om korsningen med Storgatan, för att fånga upp dagvatten och fördröja det, så att det inte rinner vidare mot Torpgatan.



Figur 32 På Hantverkargatan är det mycket trångt

## 8 Nygatan



Figur 33 Nygatan sett från Storgatan

Nygatan ligger invid den för närvarande obebyggda tomten som nämnts tidigare. Bilden i figur 33 är tagen från korsningen Storgatan / Nygatan. Här finns plats för 6 stycken *Deep Green* växtbäddar till vänster i bilden, i den serie med växtbäddar som föreslås kringgärda hela den i dagsläget obebyggda fastigheten. Längre ner i gatan är det trångt, varför ytvatten bör förhindras att rinna vidare dit. Vattnet behöver fångas upp för att inte riskera att tränga in i husens källare.

Att plantera träd runt hela fastigheten här inne i centrum ger förutom en förmåga att fördröja dagvatten, välkommen grönska på sommarhalvåret som bidrar till skugga och temperatursänkning.

## 9 Vinkelgatan

Denna plats blir enligt översvämningsmodellerna hårt drabbad vid ett skyfall, framför allt för att vattenavrinning sker hit, då den är lågt belägen.

Figur 34 visar Vinkelgatan åt söder. Gatan är i stort behov av renovering, och då kan man passa på att forma om gatan för att leda bort vatten mot gräsmattan i förlängningen av gatan. Högre trottoarer med tilltagen visning mot gatan skyddar fastigheterna i viss utsträckning. På högra sidan i bild finns plats för växtbäddar med vattenmagasin.





Figur 34 Vinkelgatan sett söderut från gatans krök



Figur 35 Vinkelgatan åt öster från gatans krök

På vänstra sidan om gatan i bilden i figur 35 finns utrymme för att placera ytterligare fördröjningsmagasin i dagsläget.

I förlängningen av gatan finns grönområdet mitt i bilden, fig. 35, där *Deep Green* växtbäddar föreslagits. Att sänka gatan något för att leda vatten förbi fastigheterna bort mot grönområdet kan rekommenderas. Att bygga gatan med överbyggnad utan nollfraktion i krossmaterialet kan också övervägas, för att få ytterligare porvolym som kan hålla och långsamt infiltrera vatten till terrassen. Ytskiktet bör i så fall bestå av gatsten med genomsläppliga fogar.

## Utökad kapacitet i dagvattensystemet

För Svedala centrum har följande åtgärder föreslagits för att utöka dagvattensystemets kapacitet så att det snabbt kan omhänderta vatten vid ett intensivt regn, men också klarar ett långvarigt regn.

	Deep Green	Aquaton
Hantverkargatan	2	
Almgatan	28	400m <sup>3</sup>
Storgatan	12	
Trädgårdsgatan	6	
Folkets Hus		300m <sup>3</sup>
Torpgatan	14	
Nygatan	6	
Vinkelgatan	12	
TOTALT	80 st = 570m <sup>3</sup>	700m <sup>3</sup>

Totalt 1270 m<sup>3</sup> dagvatten från ett område om ca 3 hektar plus ett avrinningsområde om 3,5 hektar ger att ett 19,5 mm större regn kan hanteras än tidigare på samma plats.

Tidsfaktorn är viktig så tillvida att ett kort men intensivt regn kan klaras av likaväl som ett långt men mindre intensivt regn. Vattenmagasinen töms kontinuerligt men långsamt till det befintliga dagvattensystemet under ett långt regn. Det tar ca 9 timmar för 14 enheter av vattenmagasinet *Aqua Airbox* att tömmas (så som det föreslagits vid Torpgatan till exempel), och 17 respektive 22 timmar för *Aquaton* 300 m<sup>3</sup> respektive 400 m<sup>3</sup> om utlopp med dimensionen 5 liter/sekund används.

Skillnaden på kapaciteten kan visualiseras med hjälp av Dahlströms regntabell. Tabell 3 utgår från Dahlströms (2010) tabell, och har en tillagd kolumn för regn uppräknade med klimatfaktor 1,5 som antas gälla för regn om cirka 100 år. Dagvattensystemet beräknas vara tillräckligt för regnen i de gröna fälten, före och efter utbyggnaden, men är otillräckligt för regnen i de röda fälten.

Tabell 3 Tabellen konstruerad utifrån Dahlströms regntabell med millimeter regn för olika återkomsttider och varaktigheter

	Normalregn i Sverige enligt Dahlström					Framtida regn uppräknat med klimatfaktor 1,5				
Innan utbyggnad tål systemet 10 mm regn	Varaktighet i minuter					Varaktighet i minuter				
	Återkomsttid i år	5	15	30	60	Återkomsttid i år	5	15	30	60
	0,5	3,5	6,1	7,9	9,9	0,5	5,3	9,2	11,9	14,9
	1	4,4	7,6	9,9	12,3	1	6,6	11,4	14,9	18,5
	2	5,5	9,6	12,3	15,3	2	8,3	14,4	18,5	23,0
	5	7,5	12,9	16,6	20,6	5	11,3	19,4	24,9	30,9
	10	9,4	16,3	20,8	25,7	10	14,1	24,5	31,2	38,6
Efter utbyggnad som ger utrymme för 20 mm extra regn	Varaktighet i minuter					Varaktighet i minuter				
	Återkomsttid i år	5	15	30	60	Återkomsttid i år	5	15	30	60
	0,5	3,5	6,1	7,9	9,9	0,5	5,3	9,2	11,9	14,9
	1	4,4	7,6	9,9	12,3	1	6,6	11,4	14,9	18,5
	2	5,5	9,6	12,3	15,3	2	8,3	14,4	18,5	23,0
	5	7,5	12,9	16,6	20,6	5	11,3	19,4	24,9	30,9
	10	9,4	16,3	20,8	25,7	10	14,1	24,5	31,2	38,6

## Diskussion

Allteftersom risken för stora regn ökar, kombinerat med det faktum att allt större ytor tenderar att hårdgöras i våra tätorter, behöver något göras för att kompensera för detta, för att undvika återkommande, kostsamma översvämningar.

Med de klimatförändringar vi står inför kommer snart det som idag kallas 2-årsregn att inträffa oftare än så, och stora regn som snabbt skulle fylla dagvattensystemen kommer att återkomma allt oftare. Detta innebär att dagvattensystemen behöver avlastas för att det inte ska uppstå översvämningar, och planering måste göras för vart ytvatten kan ledas så att översvämningar inte drabbar känsliga platser.

Att omhänderta regnvatten lokalt på gröna tak, i stenkistor vid stuprör, konstruerade växtbäddar designade för att hålla mycket vatten är alla bra sätt. De hindrar dessutom att föroreningar som finns i dagvattnet spolats ut i sjöar och hav. Föroreningarna tas istället om hand i jorden. Att komplettera dagvattensystemet med element för trög fördröjning är nödvändigt så fort det handlar om större regn. När dagvattensystemet är fyllt, behöver det kunna rinna ut på mark som kan tåla att bli översvämmad. Översvämningen bör således styras till okänsliga ytor som gräsmattor, dikesrenar, parker och parkeringsplatser. Områden som redan är hårdgjorda är nästintill omöjliga att skyfallssäkra, då det helt enkelt inte finns utrymme att fördröja så mycket vatten. Då ytorna saknas, behöver systemet kompletteras med underjordiska konstruktioner i form av vattenmagasin som sakta töms. På grund av att dagvatten innehåller föroreningar, ska avledning rakt ut till sjöar och hav undvikas. Underjordiska konstruktioner är dyrare än ytliga, och kan vara svåra att få plats med i en förtätad stadsbebyggelse. Det är därför av yttersta vikt att ytor öronmärks för dagvatten när nya områden exploateras.

Varje kommun behöver göra en skyfallskartering och en riskanalys för att se hur stora regn som kan hanteras i dagsläget och hur stora regn som kommunen klarar av att skyfallssäkra mot. Det har framkommit att kommuner vill ha mer samarbete över kommun- och branschgränser för att kunna lägga ribban för skyfallssäkring på rätt nivå.

En skyfallskartering visar effektivt var problemområdena finns, och var förebyggande åtgärder bör konstrueras. Då finns möjlighet att planera in fördröjande konstruktioner och styra vattnet till platser som inte tar så stor skada av en tillfällig översvämning. Finns det samhällsviktiga funktioner och viktig infrastruktur inom området bör dessa prioriteras. På marknaden finns en rad olika produkter som har olika fördelar, och är anpassade för att passa på många olika platser.

## Metoddiskussion

En litteraturstudie kan finna svar på många frågor kring regn nu och i framtiden, även om framtidens väder bygger på beräkningar och antaganden som snart kan komma att omvärderas. Vi vet ännu inte hur klimatet kommer att förändras, och hur fort det kan gå. Om några år kanske vi måste revidera alla antaganden som gjorts.

Det är först de senaste åren som översvämningshotet – både från oberäkneliga regn och från stigande havsnivåer – har hamnat på agendan, och då framför allt i kustnära kommuner. De



stora regnen 2011 i Köpenhamn och 2014 i Malmö blev en väckarklocka för många. Det innebär att tillgänglig litteratur är skriven nyligen, och i flera efterfrågas ytterligare forskning.

Att finna svar på hur tjänstemän i kommunerna resonerar kring översvämningar, gör riskbedömningar och finner balanspunkten för hur mycket pengar som budgeteras för förebyggande insatser är svårare, och varierar från kommun till kommun. De få svar jag fått är subjektiva, och lämpar sig inte att göra några generaliseringar kring. De kontaktpersoner jag pratat med uppger att det kan vara svårt att erhålla svar, då ämnet faller på flera stolar i kommunens organisation. Tydligt är att de kommuner som drabbats illa av stora regn, fått upp ämnet på den politiska dagordningen.

I detta arbete har produkter från endast ett företag föreslagits för att förbättra situationen i Svedala, detta på grund av företaget erbjöd sig att hjälpa till med beräkningar för fallstudien. Motsvarande produkter erbjuds på marknaden från ett antal producenter, och Milfords varianter kan tjäna som exempel på fördröjningsmagasin och växtbäddar. För att exemplen i detta arbete ska överföras till generell nivå krävs en serie antaganden, om andelen hårdgjorda ytor i stadsbebyggelsen och terrassens förmåga att infiltrera vatten, om mängden vatten som avleds lokalt respektive avvattnas via avloppsledningar, och om framtidens regn - skyfall och ihärdiga dagslånga regn.

### Analys

I fallstudien har föreslagits fördröjningsanläggningar på många platser för att fånga så mycket vatten som möjligt. Insatserna skulle innebära att i snitt 19,5 mm mer regn kan hanteras på platsen än vad som klaras av utan åtgärderna. Ribban för var översvämningar skulle börja uppträda har höjts signifikant.

I ett framtida klimatscenario med större regn, är det av största vikt att regnvatten från avrinningsområdet nordväst om centrum tas omhand och inte tillåts rinna in mot centrum.

Det är inte självklart på vilken nivå som riskdimensioneringen och således investeringarna ska läggas, då alla installationer är dyra att genomföra. Det beslutet bör föregås av en noggrann utredning. Att ytterligare skyfallssäkra medför ännu större kostnader som kan vara svåra att försvara. De förebyggande kostnaderna måste ställas i relation till risken och de kostnader en eller flera översvämningar skulle belasta kommunen med.

Vid en ombyggnation som denna bör många olika aspekter tillvaratas, till exempel tillgänglighet, ekosystemtjänster och möjligheten att bygga attraktiva utomhusmiljöer där människor trivs. De åtgärder som föreslagits bör inte påverka trafiksituationen nämnvärt.

## Slutsatser

Med högre risk för översvämningar till följd av regn, behöver åtgärder vidtas i många städer. Det är vanligt att centrum i våra tätorter är helt hårdgjorda, och dagvattnet har ingenstans att ta vägen utan rinner ytledes så fort dagvattenledningarna är fyllda. Att utöka utrymmet i dagvattensystemet gör att större regn kan omhändertas i dagsläget, och att färre regn ger konsekvenser med översvämningar och stående vatten som kan orsaka olägenheter och skador. I ett fall som Svedala, med ogenomsläpplig terrass, är detta än mer viktigt.

Andra anledningar till att det är klokt att fördröja regnvatten är att risken för att föroreningar följer med dagvatten till sjöar och hav minskar, samt att det finns all anledning att använda vattnet för att bevattna växtlighet inne i städerna. Att infiltrera vatten på platsen där det faller i så stor utsträckning som möjligt har positiv inverkan på grundvattnet.

Det är dock dyrt att gräva upp marken i en innerstad, och något svårplanerat. Att budgetera kostnader i kommunen för att förebygga skador som i slutändan bara till viss del kommer att belasta kommunen själv är inte självklart. Arbetet visar på en rad frågor som behöver vidare samordning och utveckling, t.ex. vad gäller beslutsgång, ansvarsområden och kostnadsberäkningar. Det krävs ett ganska omfattande arbete för att uppskatta vilka kostnader en översvämning kan medföra, men en rad stora regn de senaste åren ger en fingervisning om vilka kostnader som kan uppstå. Att försäkringsbolag i allt större utsträckning underkänner översvämningar som olyckor och överlämnar kostnaderna för skador till kommunen, ger ett starkt incitament att investera i förebyggande åtgärder. Detta kapitel skulle vara intressant att jobba vidare med, kanske med en större enkät och dialogdiskussioner med flera olika representanter från intressenterna.

Förslaget för Svedala i detta arbete ger underjordiska vattenmagasin som totalt kan fördröja upp till 1270 m<sup>3</sup> vatten, vilket innebär att orten kan tåla ett nästan 20 mm större regn än tidigare utan att olägenheter uppstår för invånarna. Att försöka att helt skyfallssäkra platsen ansågs inte realistiskt. Var kommunens gräns för att balansera kostnaden för förebyggande åtgärder kontra eventuella kostnader för översvämningar finns, kan bara de avgöra.



## Källförteckning

Carlsson, B, Bergström, S, Andréasson, J och Hellström, S (2006). Framtidens översvämningsrisker, SMHI Reports Hydrology No 1, Norrköping

Dahlström, B (2010) *Regnintensitet – en molnfysikalisk betraktelse* Rapport Nr 2010–05 Svenskt Vatten Utveckling, Stockholm

Hörby kommun (2017) VA-plan 2017-2019, Hörby kommun 2017-01-30, §8 Tillgänglig:  
<https://www.mittskanenvatten.se/wp-content/uploads/VA-plan-170130.pdf> [2019-01-10]

Ernberg, Jesper (2015) *Jämförelse av fördröjningsmagasin för dagvatten* Umeå universitet

Jansson, Sara (2013). *Översvämningsmodellering av ett dagvattensystem* Uppsala Universitet, Institutionen för geovetenskaper, Geotryckeriet, Uppsala universitet (UPTEC W 13 006)

Karlsson Kjell, red (1982). *Svedala genom tiderna* (2. uppl.). Svedala Libris 7629264. ISBN 91-7260-637-1

Karlsson, Malin, planarkitekt med samordningsansvar på Samhällsbyggnadsförvaltningen i Hörby kommun, skriftväxling 7 januari 2019

Linde, Lin, VA-Ingenjör vid Svedala kommun, intervju 14 november 2018

Länsstyrelsen Skåne (2012) Persson, P, Ehrnstén, T., Ewald, G. *Handbok för klimatanpassad vattenplanering i Skåne* Samhällsbyggnadsavdelningen 2012:8 Länsstyrelsen Skåne, Davidsons Tryckeri Växjö, ISBN: 978-91-86533-74-8

Länsstyrelsen (2018) Länsstyrelsen i Stockholms län och Länsstyrelsen i Västra Götalands län *Rekommendationer för hantering av översvämning till följd av skyfall* Faktablad Löpnummer: Fakta 2018:5 ISBN/ISSN-nr: 978-91-7281-818-7

Milford (2018) a *Aquaton Tunnelmagasin* Milstorm dagvattenhantering Broschyr, Milford, Værløse Danmark

Milford (2018) b *Deepgreen Koncept* Broschyr, Milford, Værløse Danmark

MSB (2015) *Intensiv korttidsnederbörd Riktlinjer för översvämning av urbana områden – förstudie* Publikationsnummer MSB867 – Maj 2015 ISBN 978-91-7383-580-

MSB (2017) *Vägledning för skyfallskartering*  
Publikationsnummer: MSB1121 - augusti 2017 ISBN: 978-91-7383-764-4

National Geographic (2018) *Urban heat island* Tillgänglig:  
<https://www.nationalgeographic.org/encyclopedia/urban-heat-island/> [2018-12-07]

Nivert, Glen, Kretslopp och Vatten, Göteborgs stad, intervju 8 januari 2019

Prokop, G., Jobstmann, H., & Schönbauer, A. (2011). Overview of best practices for limiting soil sealing or mitigating its effects in EU-27. Final Report. Luxembourg: European Commission.

Rieger, S (2018) *Mapping, quantifying and forecasting impervious surface change* Technischen Universität München

SCB (2018) *Folkmängd i riket, län och kommuner 30 september 2018 och befolkningsförändringar 1 juli–30 september 2018*, Statistiska centralbyrån, 12 november 2018

SGU *Kartvisaren* Genomsläpplighet © Sveriges geologiska undersökning

Tillgänglig: <https://apps.sgu.se/kartvisare/kartvisare-genomslapplighet.html?zoom=-751562.775624,6120299.579575,1931310.775624,7649590.420425> [2018-12-14]

Silbersky, U., Krook, A., Donnerhack, U. (2016) *Vad kostar det att staden är ur funktion?* Malmö: Resilient Regions Association (Förstudierapport: Beräkning av avbrottskostnader)

Stockholm stad (2015) *Dagvattenstrategi Stockholms väg till hållbar dagvattenhantering* Stockholm

Tillgänglig: [http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/stockholms-dagvattenstrategi\\_webb2015-03-09.pdf](http://www.stockholmvattenochavfall.se/globalassets/dagvatten/pdf/stockholms-dagvattenstrategi_webb2015-03-09.pdf) [2018-12-14]

SMHI (2015) a *Skyfallsuppdraget, ett regeringsuppdrag till SMHI Klimatologi* Nr 37, 2015 Redaktörer: Jonas Olsson och Weine Josefsson ISSN: 1654-2258 © SMHI

SMHI (2015) b *Återkomsttider* Uppdaterad 2018 Tillgänglig:

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/aterkomsttider-1.89085>

SMHI (2018) a *Klimatscenarier* Tillgänglig: <https://www.smhi.se/klimat/framtidens-klimat/klimatscenarier?area=swe&var=nmax&sc=rcp85&seas=ar&dnr=99&sp=sv&sx=0&sy=0>

[2018-12-05]

SMHI (2018) b *Hur mäts nederbörd?* Tillgänglig:

<https://www.smhi.se/kunskapsbanken/meteorologi/hur-mats-nederbord-1.637> [2018-12-07]

Stadsbyggnad (2018) *Skyfallens ABC* Tema Stadsmiljö, Stadsbyggnad nr 2/18 Tillgänglig:

[http://www.svensktvatten.se/globalassets/rornat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad\\_2\\_2018.pdf](http://www.svensktvatten.se/globalassets/rornat-och-klimat/skyfallensabc-sartryck-stadsbyffnad_2_2018.pdf) [2018-12-07]

Svenskt Vatten (2016) *P110 Avledning av dag-, drän- och spillvatten* Stockholm Ordförandet AB ISSN nr: 1651-494

Sveriges radio (2014) *Köpenhamn lärde översvämningsläxan 2011* Klotet i Vetenskapsradion

Tillgänglig: <https://sverigesradio.se/sida/artikel.aspx?programid=3345&artikel=5942507> [2018-12-06]

TT 2018 *Översvämnningar kostar miljontals kronor*, Aftonbladet, 27 apr 2018 Tillgänglig:

<https://www.aftonbladet.se/nyheter/a/RxBgMW/oversvamningar-kostar-miljontals-kronor> [2018-12-06]

Wern, Lennart (2012) *Extrem nederbörd i Sverige under 1 till 30 dygn, 1900 – 2011* SMHI Meteorologi Nr 2012-143 Stockholm ISSN: 0283-7730 © SMHI (#139928, 2012-11-28)

## Figur- och tabellförteckning

Framsida: Foto av författaren, föreställande broschyrer från Milford. Godkänt av Vilma Osberg, Milford.

Figur 1 Med tillstånd av Lennart Wern, SMHI

Figur 2 och 3 Med tillstånd av Cecilia Alfredsson, MSB

Figur 4 Med tillstånd av Pär Persson, Länsstyrelsen Skåne

Figur 5 Med tillstånd av Magnus Qvant, Resilient Regions

Figur 6 Upprättad av författaren med fakta från MSB

Figur 7, 8, 13 och 16 © Lantmäteriet, med tillstånd via avtal med SLU

Figur 9 © Sveriges Geologiska Undersökning, med tillstånd via avtal med SLU

Figur 10, 11 och 12 Med tillstånd av Simon Rieger, WSP

Figur 14, 15, 23 och 29 Med tillstånd av Vilma Osberg, Milford

Figur 17-22, 24-28, 30-35 foton tagna av författaren vid platsbesök 19 november 2018

Tabell 1 Med tillstånd av Dan Löfgren, Svenskt Vatten

Tabell 2 Upprättad av författaren med fakta från SMHI

Tabell 3 Upprättad av författaren med ingångsvärden från Svenskt Vatten, samt resultaten av fallstudien

## Bilagor

- 1 Broschyr Deep Green, Milford
- 2 Sektionsritning Deep Green, Milford
- 3 Broschyr Aquaton, Milford
- 4 Planritning Aquaton Almgatan, Milford
- 5 Planritning Aquaton Folkets Hus, Milford

**milSTORM™**  
**REGNVANDSHÅNTERING**

# DEEP GREEN

## CONCEPT



**milford®**  
*Bringing nature back*

# DeepGreen – bruger regnvand til at skabe bedre trivsel for byens træer

## Ved at anskue nedbør som ressource og ikke et problem, opstår der helt nye LAR-perspektiver

Og med den korrekte håndtering af regnvand, kan vi skabe bedre vækstvilkår for træerne.

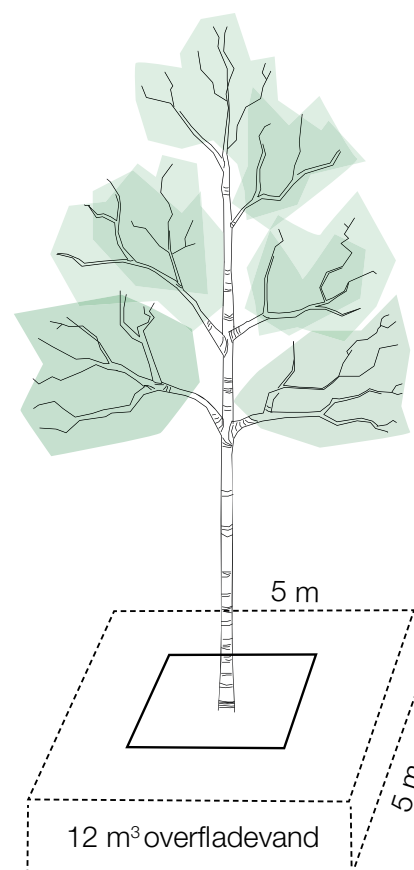
Det er filosofien bag Milfords nye koncept DeepDeep.

Lige nu er der stort fokus på at håndtere nedbøren ved at forsinke, opmagasinere samt nedsive overfladevandet, så det bliver mindre skadevoldende og kloaksystemet mindre belastet. Med DeepGreen kommer der et øget fokus på træernes sundhed og vækstvilkår. Vi bruger simpelthen træerne som et arbejdsredskab til at håndtere regnvandet.

### DeepGreen er en målrettet totalløsning med flere unikke fordele i din projektering:

- Kombination af regnvand og træer
- Et unikt beregningsværktøj, som Milford har udviklet i samarbejde med SWECO
- En præcis beregning, baseret på en specifik lokalitet, som gør det muligt at dimensionere til forskellige gentagelsesperioder
- Nyeste bearbejdning af historiske regndata, der følger anbefalingerne for dimensionering i Spildevandskomiteens Skrift 27 og 30
- Konkret kan vi beregne, hvor meget vand hver plantegrube kan/skal håndtere eller hvor mange træer, der skal plantes i forhold til en given regnhændelse og projektets oplandsareal

Med DeepGreen får du én samlet pakke, hvor arbejdsgangen fra skitse til detailprojektering er gjort meget mere ligetil og enkel – uden tids- og udgiftskrævende mellemlid.



En plantegrube på 5 x 5 meter tilbageholder og opmagasinerer 12 m³ overfladevand, og afdrænes efter 17 timer - klar til en ny regnhændelse.





## Træer – en investering i fremtiden

Byens træer udsættes for en række stressende forhold, såsom tørke, jordkomprimering, salt fra glatførebekæmpelse, og begrænset rodvolumen. Disse faktorer påvirker overlevelsen hos et nyplanet træ såvel som mere veletablerede træer.

Der plantes mange træer, men alt for ofte henstår de med dårlig vitalitet grundet utilstrækkelige plantegruber, hvor vandtilførsel, luftudskiftning og især tilgængelig rodvolumen er alt for begrænset. Konsekvensen kan være et døende træ, eller i bedste fald, et træ som efter 10-15 år står i stampe.

Når der plantes træer, dels i en høj kvalitet og dels med de rette forudsætninger i forhold til plantegrubestørrelse, rodvolumen og vanding, så opnås et resultat i gaderne, der bliver langt smukkere og mere frodigt. Det opnås ved at træernes vækstpotentiale ikke hæmmes, men derimod understøttes i at opretholde en god og stabil vækst - også om 15 år.

## Renseeffekt og natriumchlorid

Når regnvand bliver til overfladeafstrømning forurenes det med en lang række komponenter, heriblandt suspenderet stof og opløste forureningsstoffer. Med DeepGreen kan overfladevandet både renses og forsinkes inden udledning til recipient.

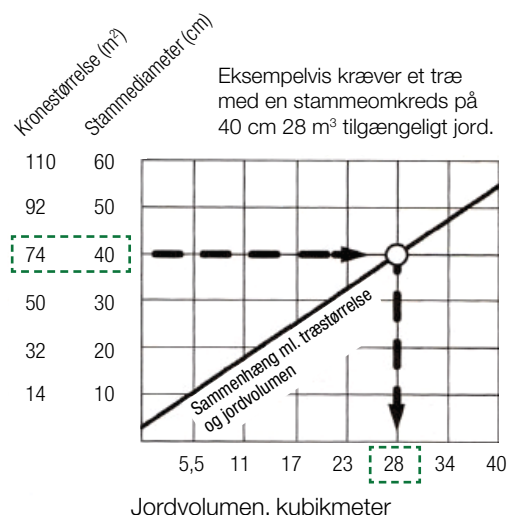
I jordmatrixen foregår en række velkendte renseprocesser, herunder filtrering, planteoptag, adsorption til organisk- og uorganisk materiale ligesom der sker en nedbrydning af organiske forureningskomponenter.

Der er videnskabelig dokumentation for en signifikant tilbageholdelse og renseeffekt i vækstcellers jordmatrix - lig de renseprocesser, der ses i traditionelle, overfladebaserede biofiltreringsløsninger, såsom åbne regnvandsbassiner. Det er velkendt at tungmetaller og suspenderet stof tilbageholdes effektivt via filtrering, sedimentering og adsorption i et regnvandsbassin.

Det er muligt at tillede overfladevand med natriumchlorid fra glatførebekæmpelse til plantegruberne, hvis vækstmedie og træarter tilpasses. Dette under forudsætning af myndighedernes accept af tilledning af saltholdigt overfladevand eller hvis plantegruberne fores med impermeabel membran.

Ideelt set undgås tilledning af natriumchlorid. Ved at anvende Milfords KerbCell™, en unik slusekonstruktion til indbygning i kantestenen, muliggøres en afskæring af overfladevand i vintermånederne. I den resterende del af året, hvor vandet ikke er forurenet med NaCl, ledes det til plantegruben og bidrager positivt til træernes vækst og vitalitet samt reducerer belastningen af kloaksystemet under skybrud.

### Træets størrelse

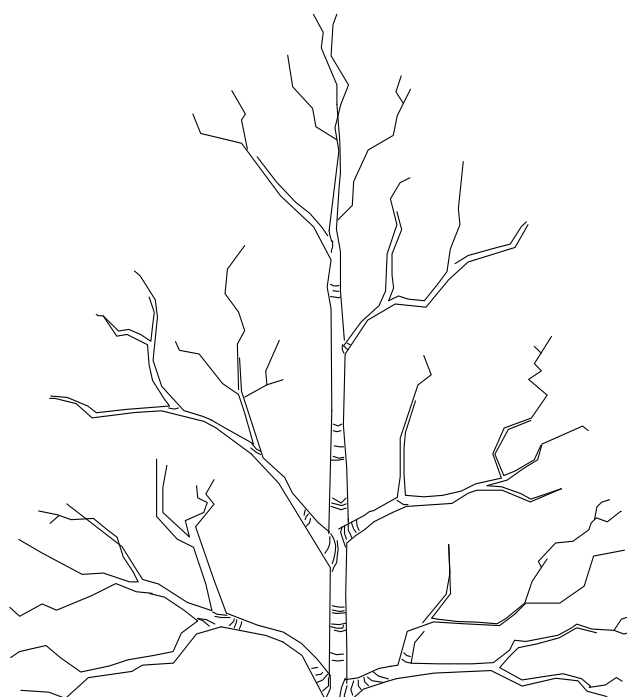


Sammenhæng mellem tilgængelig rodvolumen og bytræets potentielle størrelse (Gengivet efter Jim Urban, *Up By Roots*, 2009).



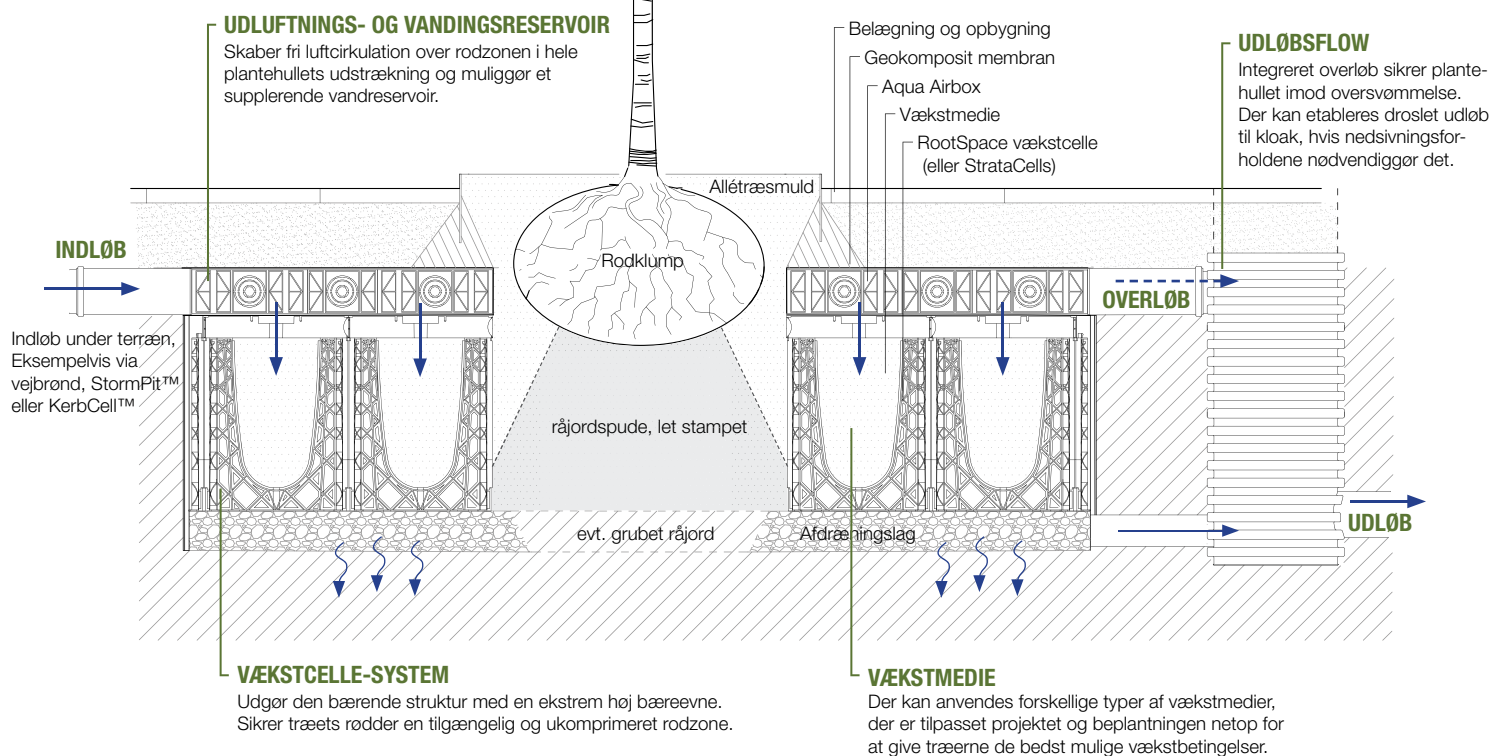
Større, sundere og mere vitale træer med DeepGreen Concept.

# Plantehulskonstruktion



**Plantehulskonstruktionen tilpasses det individuelle projekt,** så det opfylder forudsætninger og lokale forhold, og kan eksempelvis bestå af:

- KerbCell™
- Rodbarriere
- Underjordisk opbinding
- Udvidet vandreservoir



# Der er unikke argumenter DeepGreen, uanset om du arbejder med træer eller håndtering af regnvand



## Arbejder du med etablering af bytræer?

Arbejder du med etablering af bytræer, betyder DeepGreen for dig, at du kan koble og integrere regnvandshåndtering på dine træplantningsprojekter.

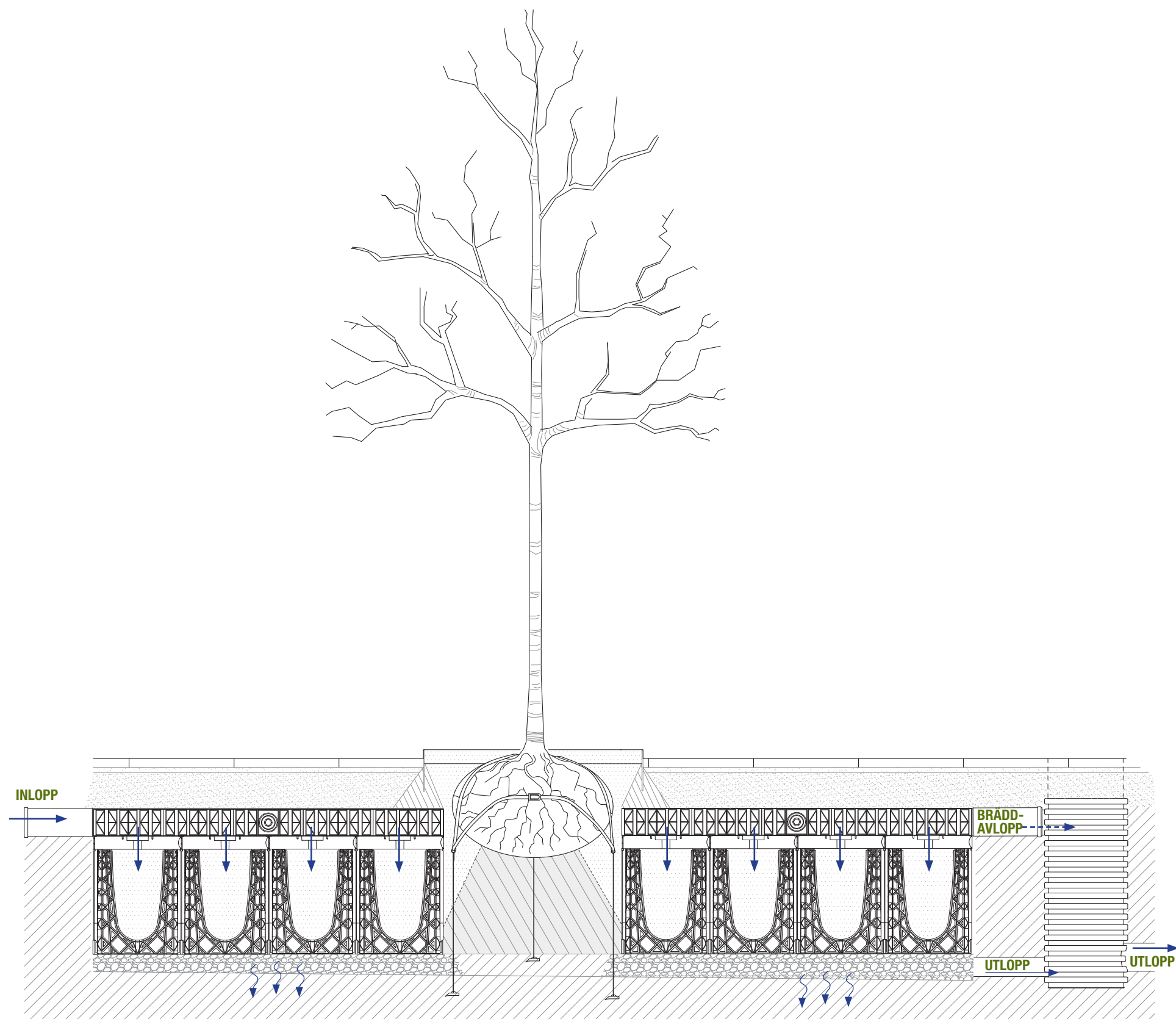
Du vil kunne bruge håndtering af overfladeafstrømningen som et tungtvejende argument for at prioritere flere i træer i byerne.

## Arbejder du med håndtering af regnvand?

Arbejder du med håndtering af regnvand, betyder DeepGreen for dig, at du enkelt og effektivt kan tilbageholde, nedsive og fordampe regnvandet lokalt og samtidig bidrage til en grøn og mere klimarobust by.







# Aquaton™

TUNNELMAGASIN





# Välkommen till en ny metod att hantera stora

Den nya tunnelmagasin Aquaton™ ger överlägsna egenskaper för alla viktiga parametrar som påverkar underjordiska bassänger. Det beror främst på att man har lämnat det vanliga fyrkantiga tänkesättet och istället använder en parabel som bärande princip.

Tendensen till stora och allt mer dramatiska skyfall i Sverige gör att efterfrågan på starkare och mer långlivade alternativ till den traditionella faskinen har ökat kraftigt, både från ingenjörer, myndigheter, avloppsbolag och landskapsarkitekter. Aquaton™ tunnelmagasin är lösningen. Systemet har utvecklats i samarbete med ledande internationella experter på dagvattenhantering och har inte bara längre livslängd och större bärförmåga utan också en rad andra attraktiva egenskaper.

- Genom att använda parabeln som bärande princip uppnår man betydligt större styrka och längre livslängd
- Formsprutning av enheterna garanterar en helt enhetlig materialjocklek, både på raka ytor och i krökar och böjar, vilket innebär förutsägbara och pålitliga egenskaper
- Upp till 77 m<sup>3</sup> kan staplas på 1 pall, vilket ger en suveränt överlägsen logistik jämfört med kubformiga faskiner
- Enheterna kan snabbt och enkelt monteras på byggplatsen utan behov av verktyg
- Den patenterade Aquaton™-avlagringstunneln ger snabbare och enklare rengöring och ökar systemets livslängd väsentligt.

Produkterna i Aquaton™-serien har testats omsorgsfullt under verkliga förhållanden och uppfyller några av de strängaste internationella kraven, bl.a. från American Association of State Highway and Transportation Officials (AASHTO). Systemet används därför bland annat under flerfiliga motorvägar med maximal trafikbelastning.

Aquaton™-serien innehåller fyra tunnelstorlekar med en kapacitet från 0,88 m<sup>3</sup> till 3,08 m<sup>3</sup> vatten per installerad meter. Dessutom finns det specialtunnlar för extra djupt liggande installationer samt tunnlar tillverkade av 100 % återvunnet material.



polymer med dagvatten från Milford...

Tunnelmagasinet är både starkare och mer hållbar på lång sikt än den traditionella kubformiga faskinen.



3

**milford®**



Bärförmåga och volym är två avgörande faktorer för dagvattenhantering.

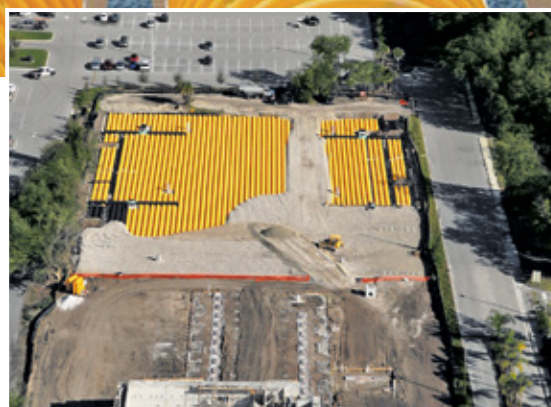
Aquaton™-avlagringstunneln, se sidan 6-7

4

## Aquaton™-tunnelmagasin ger dig mer av allt

När en fördröjningsbassäng eller en anläggning för infiltration av dagvatten ska projekteras är systemets utrymmesbehov relativt dess effektiva volym en avgörande faktor. Ju större effektiv volym anläggningen kan prestera inom ett givet utrymme desto mer dagvatten kan ledas bort.

Tunnelmagasinets överlägsna bärförmåga ger dessutom bättre möjligheter att placera en Aquaton™-anläggning under t.ex. en parkeringsplats eller en väg så att den tillgängliga grundytan kan utnyttjas effektivare.





# Aquaton™ är en produkt av intelligent geometri, så kallade "Load-Tests" och lyckade installationer

En mycket viktig parameter som man måste ta hänsyn till är anläggningens bärförmåga i slutet av dess livstid, och hur länge den förväntas vara i bruk.

Aquaton™ är inte bara konstruerad för hög styrka här och nu, utan för att ge stabil och enhetlig bärförmåga under många år framåt. Omfattande Load-Tests har utförts för att fastställa systemets styrka över tid. För att uppfylla de strängaste internationella kraven, bl.a. de amerikanska AASHTO-normerna, måste systemet bland annat:

- Konstrueras av material som ger anläggningen en livstid på minst 50 och upp till 75 funktionsår (dvs. installerat i jorden och i konstant drift)
- Efter 75 funktionsår klara av att motstå en viktbelastning på 15 ton med en säkerhetsfaktor på 1,75.

Denna enorma styrka uppnår man genom att använda en parabel som bärande princip. En enkel geometrisk form, som ingenjörerna är bekanta med sedan århundraden tillbaka, och som än idag ger överlägsen bärförmåga.



## SUVERÄN LOGISTIK

Alla produkterna i Aquaton™-serien kan staplas och ger möjlighet till stora besparingar, både för transport och lagring.

Kontakta Milford för komplett dokumentation av alla Load-Tests som utförts i USA under utvecklingen av Aquaton™-tunnelmagasin.







Aquatun™-avlagringstunneln

## Patenterad avlagringstunnel samlar in ytföroreningar så att de inte kan ledas vidare ut i systemet

En viktig faktor i samband med installation av infiltrationsanläggningar och fördröjningsbassänger är åtkomst för inspektion och underhåll. Ytföroreningar och partiklar sköljs ner i systemet under den första nederbörden och kommer med tiden att täppa till systemet eller minska dess volym och effektivitet.

Avlagringstunneln är en ekonomisk och effektiv lösning som ser till att systemet inte täpps igen och ger enklare åtkomst för rengöring och underhåll.

Avlagringstunneln är en tunnel som är insvept i högkvalitativ vävd geotextil och ansluten till en brunn i närheten. Normalt sköljs ytföroreningar och partiklar ner i systemet med den första nederbörden och därefter blir vattnet renare. Eftersom den första nederbörden leds direkt ner i avlagringstunneln undviker man partiklar, avlagringar och bottenutfällningar i övriga delar av systemet, som därmed förblir rent och inte be-

höver rengöras och underhållas. Avlagringstunneln ska normalt användas tillsammans med en rengöringsprocess utvecklad av ingenjörer, t.ex. i form av ett sandfång eller en oljeavskiljare.

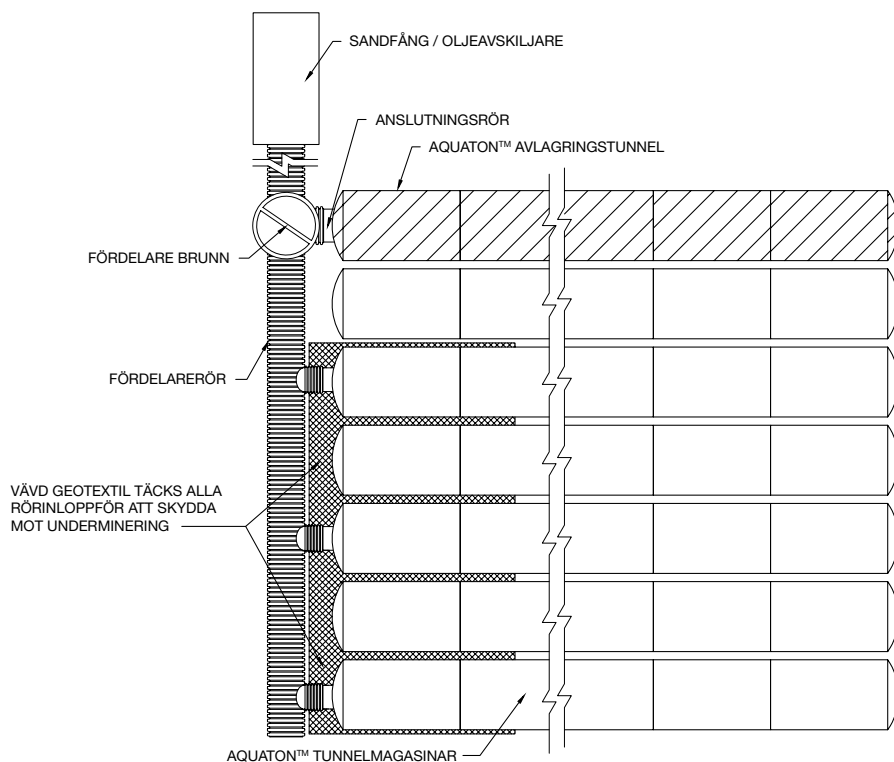
Omfattande undersökningar visar att Aquatun™ avlagringstunneln kan avlägsna:

- Upp till 80 % SS (suspenderat material)
- Upp till 90 % TPH (total kolvätehalt - olja)
- Upp till 49 % Total-P (fosfor)
- Upp till 53 % Total-Zn (zink)

Avlagringstunneln bör inspekteras med jämna mellanrum och minst en gång var sjätte månad. Om bottenutfällningen är mer än 75 mm tjock genom hela tunneln bör den rengöras.

Eftersom avlagringar och partiklar isoleras i tunneln är rengöringen av hela systemet begränsad till denna enda tunnel, vilket gör processen betydligt effektivare.





### GEOTEXTIL-UNDERLAG

För att skydda mot underminering täcks stensiktet med högkvalitativ vävd geotextil under alla rörinlopp.

OVAN: ILLUSTRATION AV PRINCIPEN BAKOM DEN PATENTERADE AQUATON™-AVLAGRINGSTUNNELN

## Projektering och instruktioner

Milford kan erbjuda hjälp med projekteringen av en Aquaton™-fördröjningsbassäng eller -infiltrationsanläggning. Vi överlåter beräkningarna av nederbörds mängder, utrymmeskrav och liknande till projektets ingenjörer, men kan åta oss att hjälpa till med att dimensionera anläggningen så att den följer ingenjörernas specifikationer.

Milford kan också besöka byggplatsen och ge instruktioner om hur Aquaton™ ska installeras. Detta är en kostnadsfri service som ger direkt kontakt med hantverkarna som utför arbetet och garanterar en korrekt installerad och fungerande anläggning för dagvattenhantering.

### FORSKNING

Kunskapsbasen för dagvattenhantering utvecklas ständigt och Milford deltar aktivt genom egna försök och försök i samverkan med kunder och lärosäten. Om ditt universitet eller lärosäte vill genomföra försök med Aquaton™ är du alltid välkommen att kontakta oss. Vi kan erbjuda kostnadsfri designhjälp, rabatterade komponentpriser och hjälp med installationen.

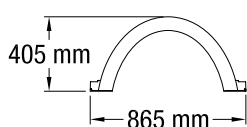




# Produktdata

## Aquaton™ 310

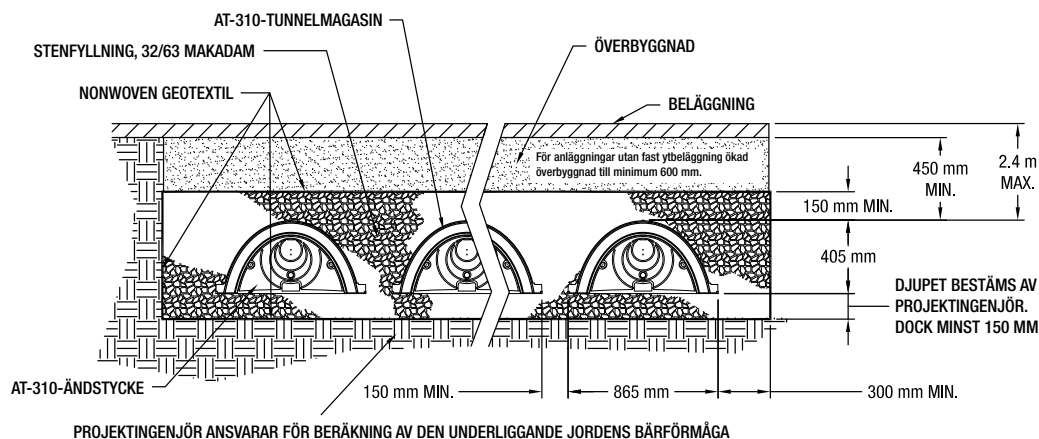
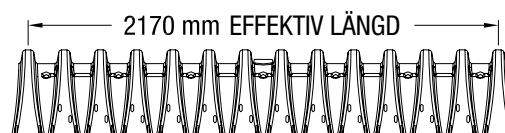
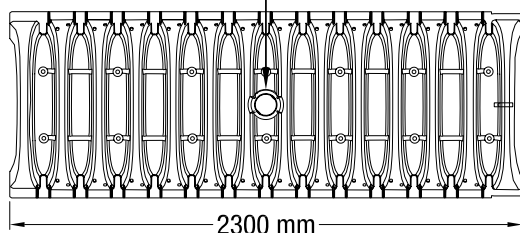
Den minsta tunneln i Aquaton™-serien. Används i mindre och medelstora projekt och i samband med privata bostäder. De relativt små tunnarna har låg vikt, är enkla att montera och kan installeras av en man.



### Tekniska data

Artikelnr	AT-310
Dimensioner	L 2170 x B 865 x H 405 mm
Nettovolym	0,42 m³
Bruttovolym*	0,88 m³
Vikt per enhet	17,5 kg
* Med 150 mm stenfyllning (porositet 40 %) över, under och emellan kanalerna.	
Transport	656 enheter per vagnslast (motsvarande mer än 580 m³ per vagnslast)

### MÖJLIGHET FÖR ANSLUTNING AV INSPEKTIONSRÖR

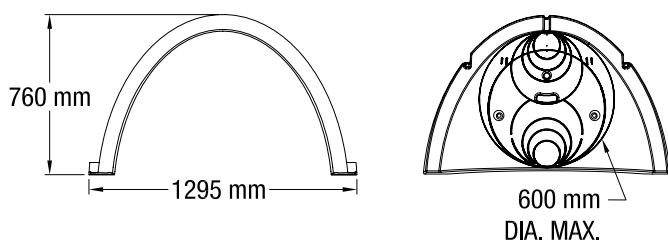


PROJEKTINGENJÖR ANSVARAR FÖR BERÄKNING AV DEN UNDERLIGGANDE JORDENS BÄRFÖRMÅGA

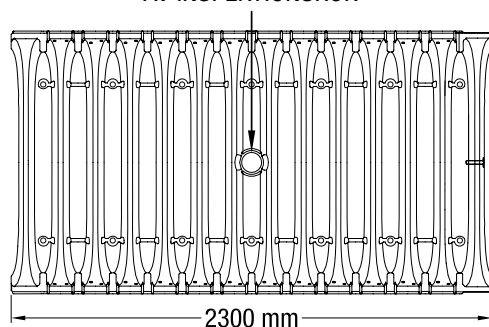
# Produktdata

## Aquaton™ 740

Den här tunneln har en effektiv volym på 2,12 m<sup>3</sup>. Aquaton™ AT-740 ger en minskning av kvadratytan på 40 % jämfört med AT-310.

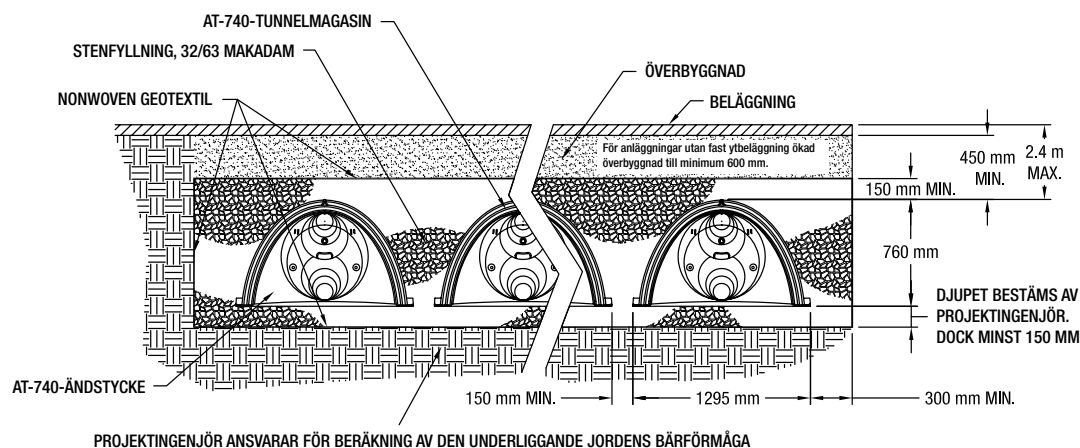
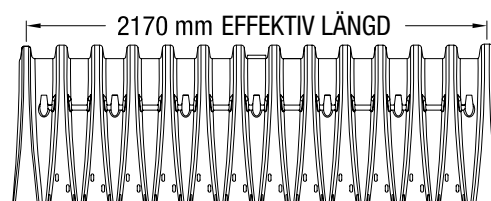


### MÖJLIGHET FÖR ANSLUTNING AV INSPEKTIONS RÖR



### Tekniska data

Artikelnr	AT-740
Dimensioner	L 2170 x B 1295 x H 760 mm
Nettovolum	1,30 m <sup>3</sup>
Bruttovolum*	2,12 m <sup>3</sup>
Vikt per enhet	35,5 kg
* Med 150 mm stenfyllning (porositet 40 %) över, under och emellan kanalerna.	
Transport	
300 enheter per vagnslast (motsvarande mer än 635 m <sup>3</sup> per vagnslast)	

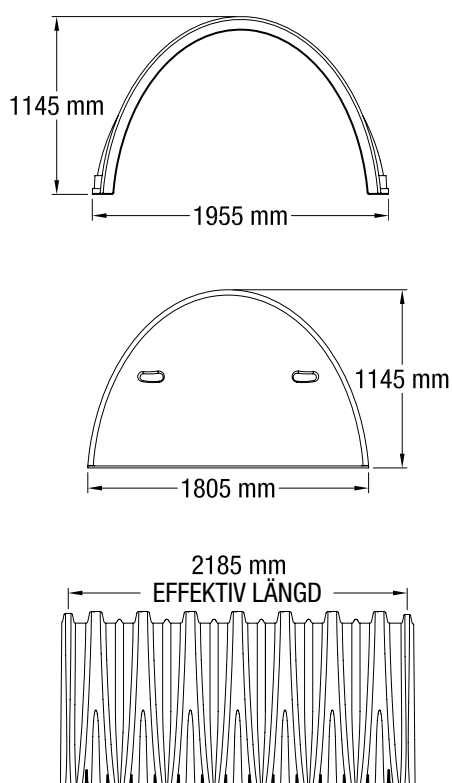
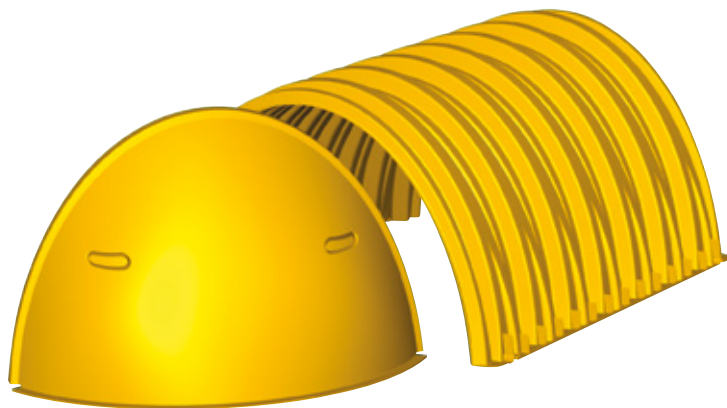




# Produktdata

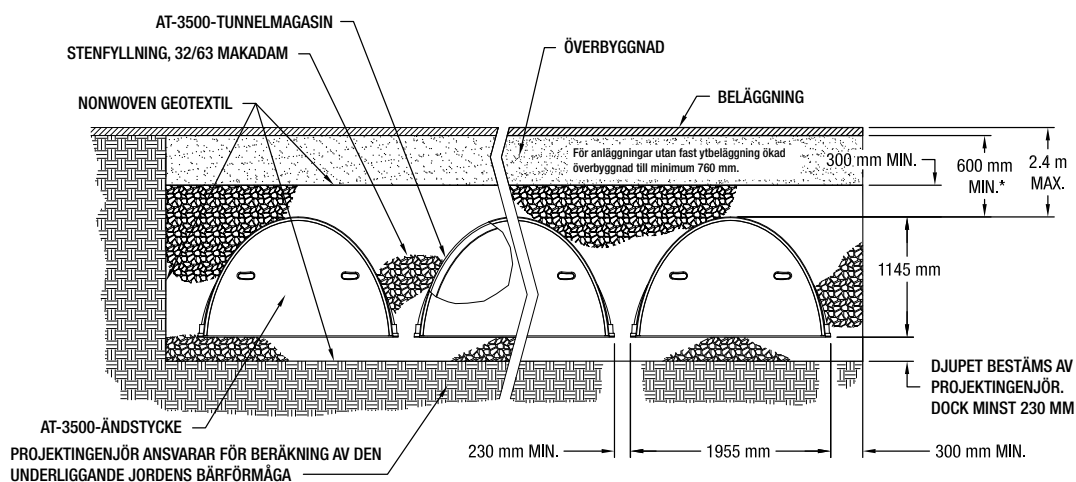
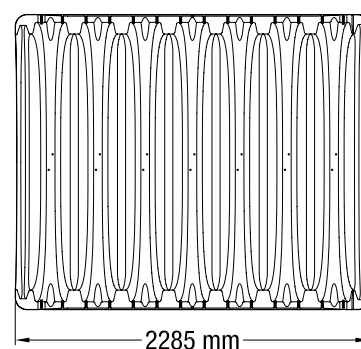
## Aquaton™ 3500

Med upp till 77 m³ per lastad pall och mer än 683 m³ per vagnslast ger den här modellen stora besparingar både vad gäller logistik och installation.



### Tekniska data

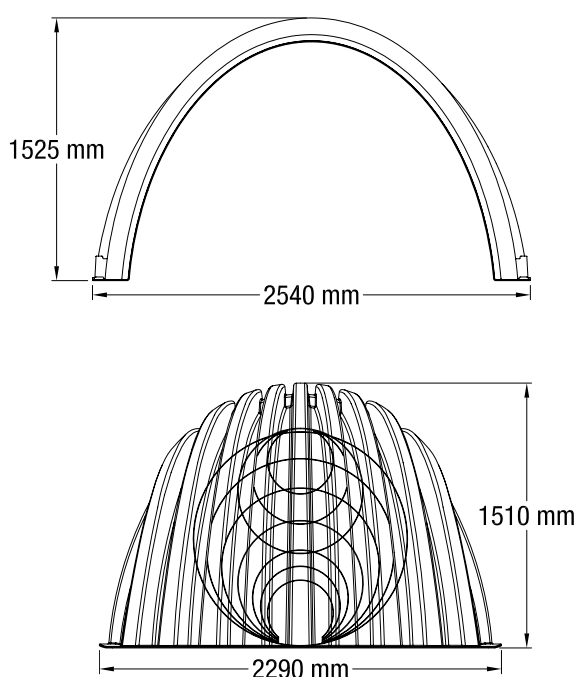
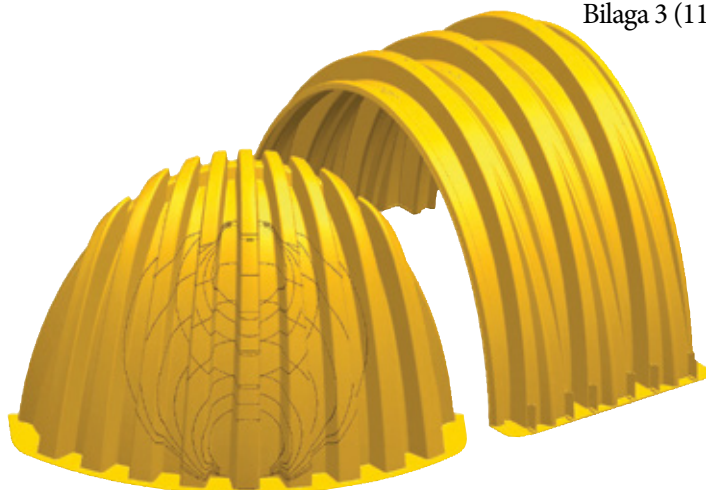
Artikelnr	AT-3500
Dimensioner	L 2285 x B 1955 x H 1145 mm
Nettovolym	3,11 m³
Bruttovolym*	5,06 m³
Vikt per enhet	56,5 kg
* Med 300 mm stenfyllning över kanalerna och 230 mm under och emellan dem. Stenporositet 40 %.	
Transport	135 enheter per vagnslast (motsvarande mer än 683 m³ per vagnslast)



# Produktdata

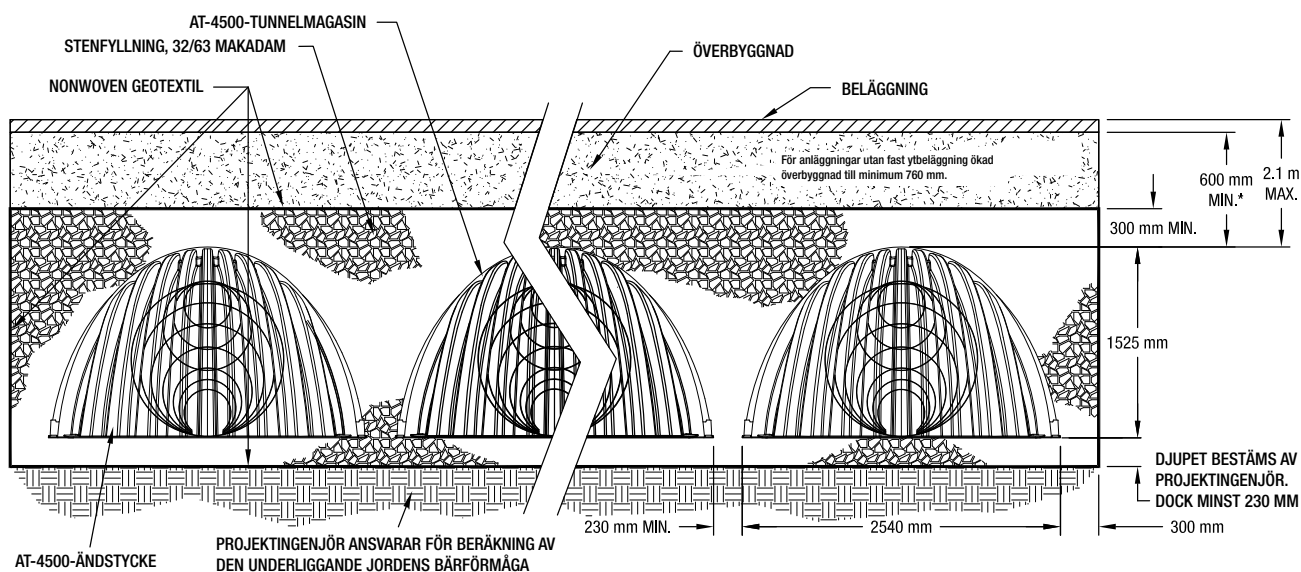
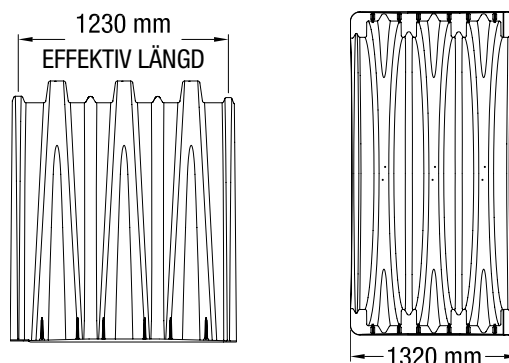
## Aquaton™ 4500

AT-4500 är den största tunneln i Aquaton™-serien. Den har en design som ger låg styckvikt, så att enheterna trots den stora volymen kan hanteras manuellt, på samma sätt som de andra produkterna i serien.



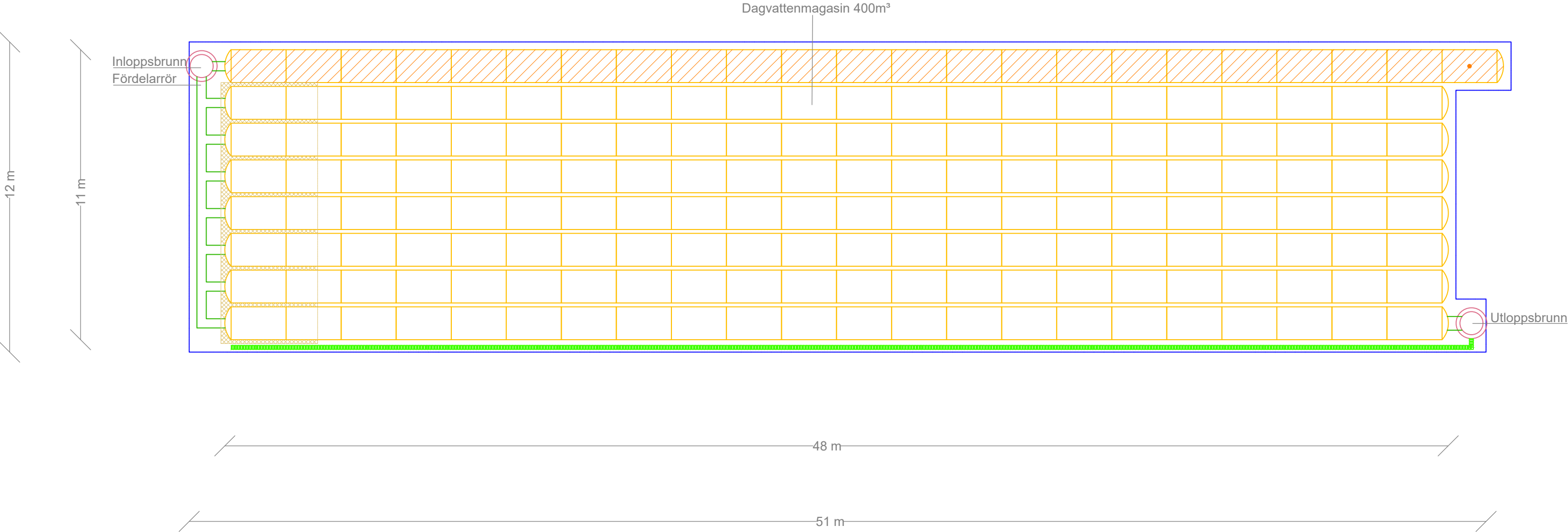
### Tekniska data

Artikelnr	AT-4500
Dimensioner	L 1320 x B 2540 x H 1525 mm
Nettovolym	3,01 m <sup>3</sup>
Bruttovolym*	4,60 m <sup>3</sup>
Vikt per enhet	53,5 kg
* Med 300 mm stenfyllning över kanalerna och 230 mm under och emellan dem. Stenporositet 40 %.	
Transport	84 enheter per vagnslast (motsvarande mer än 385 m <sup>3</sup> per vagnslast)



**milford**®

milford®



Tänk på att principskissen är en presentation och således vägledande. Det ligger i den projekterandes och/eller utförandes händer dels att gå igenom illustrationen och applicera den i det aktuella projektet och dels att säkra att eventuella brister upptäcks och åtgärdas.

Obs: Alla mått i mm om inget annat anges

Ämne Aquaton 740 - Torpgatans södra sida

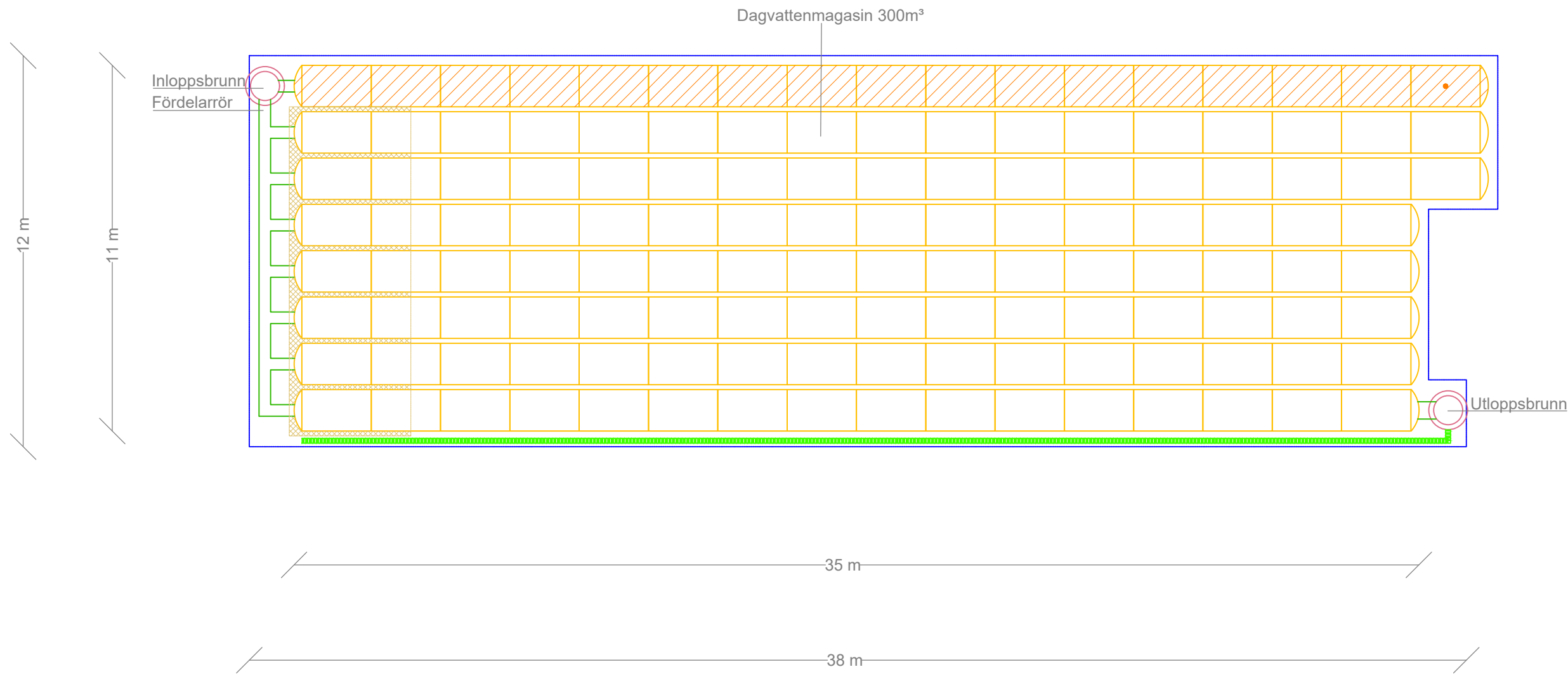
SKALA 1:150 (A3)  
20-12-2018

Milford - Planritning  
Vilma Osberg

**milford**

MILFORD  
Stenbrovägen 28  
SE-253 68 Helsingborg  
tel +46 85 25 03 880  
se.milford.dk





Obs: Alla mått i mm om inget annat anges

Ämne Aquaton 740 - Folkets hus parkering

SKALA 1:150 (A3)  
20-12-2018

Milford - Planritning  
Vilma Osberg

**milford**

MILFORD  
Stenbrovägen 28  
SE-253 68 Helsingborg  
tel +46 85 25 03 880  
se.milford.dk

Tänk på att principskissen är en presentation och således vägledande. Det ligger i den projekterandes och/eller utförandes händer dels att gå igenom illustrationen och applicera den i det aktuella projektet och dels att säkra att eventuella brister upptäcks och åtgärdas.